ORTAÖĞRETİM

BİYOLOJİ 11

Canan ŞAMLIOĞLU TOKA

Zehra AKÇAKAYA

Bu kitap, Millî Eğitim Bakanlığı Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 28.05.2018 tarih ve 78 sayılı (ekli listenin 87. sırasında) kurul kararıyla 2018-2019 öğretim yılından itibaren 5 (beş) yıl süre ile ders kitabı olarak kabul edilmiştir.

ANADOL YAYINCILIK

İvedik O.S.B. 1485. Cadde Nu.: 15 Yenimahalle/ANKARA tel.: (0312) 395 22 37

Dil Uzmanı: Nuray ÖZÇELİK

Görsel Tasarımcı: Tufan YAŞAR

ISBN: 978-605-65078-4-7

Baskı: Anadol Kağıtçılık Matbaacılık Yayıncılık Limited Şirketi
İvedik OSB 1485. cad. No: 15
Yenimahalle-Ankara, 2021



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

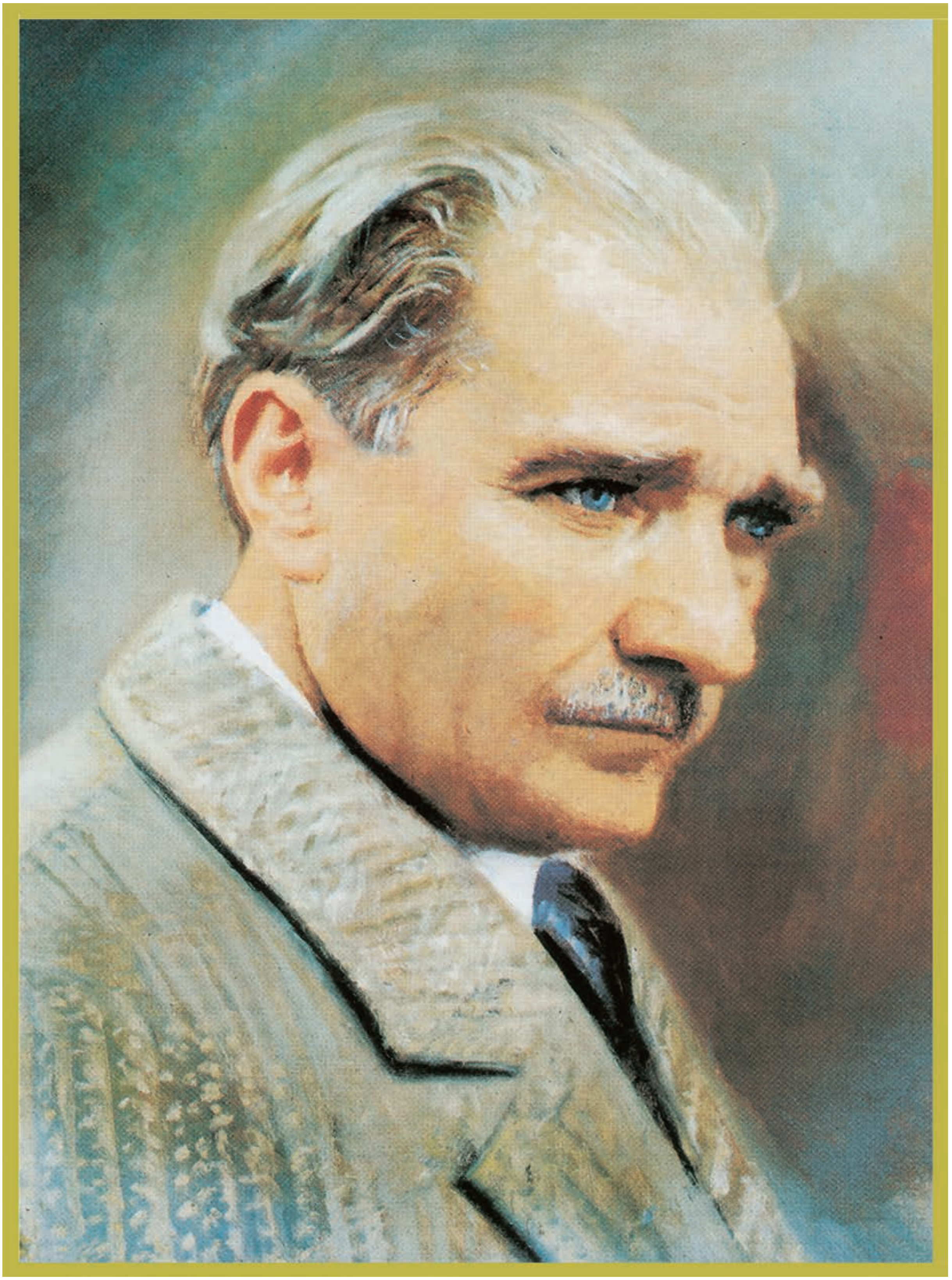
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

GÜVENLİK SEMBOLLERİ

Ders yılı boyunca biyoloji laboratuvarında çeşitli etkinlikler yapacaksınız. Bu etkinlikler sırasında güvenliğiniz için bazı kurallara uymanız gerekir. Laboratuvar uygulamalarında karşılaşılabilecek tehlikelerden korunmak için uyarı amacıyla güvenlik sembolleri kullanılır. Bu sembollerin anlamları aşağıda açıklanmıştır.



Bitki Güvenliği: Bitkilerle çalışırken öğretmeninizin uyarısını dikkate alınız. Alerjiniz varsa öğretmeninizi bilgilendiriniz. Zehirli ve dikenli bitkilere çıplak elle dokunmayınız.



Elbise Güvenliği: Laboratuvar çalışmaları sırasında elbiseniz yanabilir ya da zarar görebilirsiniz. Laboratuvardaki çalışmalarda mutlaka önlüğünüzü giyiniz.



Kırılabilir Cam Uyarısı: Laboratuvarlarda kullanılan cam malzemeler çabuk kırılabildiğinden bir yaralanma olmaması için bu tür malzemeleri dikkatli kullanınız.



Kesici Cisimler Güvenliği: Kesici ve delici cisimler kullanılırken dikkatli olunuz. Bu aletleri öğretmeninizin gözetiminde kullanınız.



Elektrik Güvenliği: Elektrikli aletleri kullanırken dikkatli olunuz. Elektrik fişlerini ıslak el ile takmaya ya da çıkarmaya çalışmayınız. Prizlere metal ve tel gibi cisimler sokmayınız.



Yangın Güvenliği: Yangın ya da patlama olabilir. Kimyasal maddelerle çalışırken patlama olabileceğinden dikkatli olunuz.



Eldiven: Elleriniz çalışma sırasında kirlenebilir ya da zarar görebilir. Eldiven giymeden kimyasal maddelere dokunmayınız. Kullandığınız kimyasal maddelerin tehlikeleri hakkında öğretmeninizin uyarılarını dinleyiniz.



Biyolojik Tehlike: Bakteri, mantar ve bir hücreli canlıların neden olabileceği hastalıklara karşı dikkatli olunuz.



Hayvan Güvenliği: Canlı hayvanlarla yapılan çalışmalarda hayvanın güvenliğini ve kendi sağlığınızı koruyunuz.



Kimyasal Madde Güvenliği: Zehirleyici veya yakıcı maddeler vücudunuza zarar verebileceğinden dikkatli olunuz.

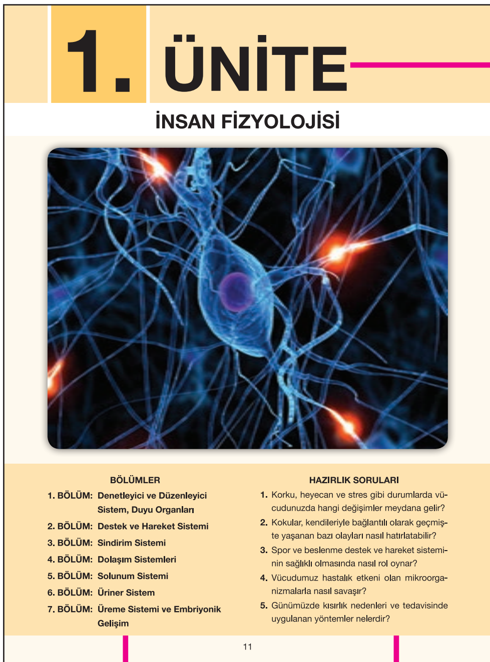


Zehirli Madde Uyarısı: Zehirli maddeleri kullanırken dikkatli olunuz.



Göz Güvenliği: Gözünüzün kimyasal maddelerden zarar görmesini önlemek için gözlük kullanınız.

KİTABIN ORGANİZASYON ŞEMASI



1. ÜNİTE

İNSAN FİZYOLOJİSİ

BÖLÜMLER

1. BÖLÜM: Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları
2. BÖLÜM: Destek ve Hareket Sistemi
3. BÖLÜM: Sindirim Sistemi
4. BÖLÜM: Dolaşım Sistemleri
5. BÖLÜM: Solunum Sistemi
6. BÖLÜM: Üriner Sistem
7. BÖLÜM: Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

HAZIRLIK SORULARI

1. Korku, heyecan ve stres gibi durumlarda vücudunuzda hangi değişimler meydana gelir?
2. Kokular, kendileriyle bağlantılı olarak geçmişte yaşanan bazı olayları nasıl hatırlatabilir?
3. Spor ve beslenme destek ve hareket sisteminin sağlıklı olmasında nasıl rol oynar?
4. Vücudumuz hastalık etkeni olan mikroorganizmalarla nasıl savaşır?
5. Günümüzde kısırlık nedenleri ve tedavisinde uygulanan yöntemler nelerdir?

11

Ünite numarasını ve başlığını gösterir.

Okuma metinlerinin verildiği bölümdür.



İNSAN FİZYOLOJİSİ

Okuma Metni

HAYVANLAR DÜNYAYI NASIL ALGILIYOR?

Çevremizde olup biten birçok şeyi duyu organlarımız aracılığı ile duyuyor, kokusunu alıyor, görüyor, tadıyor ve hissediyoruz. Hayvanlar da yaşadıkları dünyayı tıpkı bizim gibi duyu organları sayesinde algılıyor. Ancak pek çoğu bizdekilerden daha farklı duyu organlarına ya da daha keskin duyulara sahiptir. Peki, hayvanlar çevrelerinde olup bitenleri hangi yollarla algılıyor?

Duyu organları pek çok hayvanın vücudunun belirli bölgelerinde bulunsa da bazı yayın balıkları için durum biraz farklıdır. Bu balıklar, tüm vücutlarıyla tat alabilirler. Bunu da derilerinin yüzeyine yayılan tat alma tomurcukları sayesinde yaparlar. Tat moleküllerine karşı hassas olan tat alma tomurcukları yayın balığının özellikle ağzının kenarlarında ve buradaki kedi bıyığına benzeyen uzantılar üzerinde bulunur. Bu özellikleri sayesinde avlarının tadını onları yemeden önce alabilirler. Tat alma tomurcukları yalnızca avlarının tadını tespit etmelerine değil tadın yoğunluğunu algılamalarına da yarar. Böylece suyun altında, çamurlu zeminler gibi bulanık bir ortamda bile tat yoğunluğunu takip ederek avlarının yerini rahatlıkla bulabilirler. Bazı yayın balıklarının vücudunda yüz binin üzerinde tat tomurcuğu bulunur.

Yusufçuklar, bileşik göz yapısına sahip canlılardandır. Bir yusufçuğun gözlerinin her biri ommatidia adı verilen, 30 bine yakın bal peteği biçiminde küçük gözden oluşur. Bu gözler her yönden gelen görüntüleri toplayarak birleştirir ve mozaiğe benzeyen yeni bir görüntü oluşturur. Yusufçukların gözleri insanlarınkine göre çok daha fazla rengi ayırt edebilir. Bunun yanı sıra morötesi dalga boyundaki ışığı bile algılayabilirler. Hareket eden nesnelere karşı da hayli duyarlıdırlar. Gözleriyle ışığın saniyede 80 kez titreşmesini algılayabilirler. Ayrıca gözlerinin önünden geçen böceklerin kanat çırpışlarını fark edebilirler.

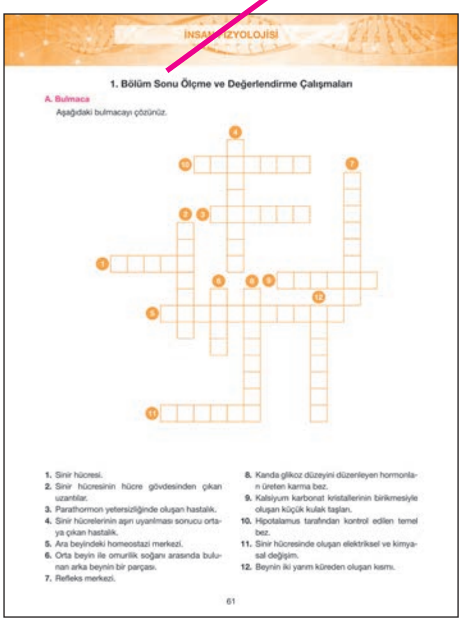
Kuzey Amerika boz ayılarının koku alma duyuları hayli gelişmiştir. Öyle ki bir hayvan leşinin kokusunu kilometrelerce uzaktan alabilirler. Bu ayıların burunlarının içinde yer alan, koku almadan sorumlu bölge insanlarınkinden yüz kat daha büyüktür. Burunlarında bir milyarın üzerinde koku alıcı bulunur. Bu koku alıcılar milyonlarca sinir hücresine bağlıdır ve algıladıkları kokuyu bu hücreler yoluyla beyne gönderirler. Böylece boz ayılar algıladıkları kokunun bir hayvan leşinden mi, çöpten mi yoksa çevrede gezinen başka bir hayvandan mı geldiğini tespit edebilirler.

59

Ünitede yer alan bölümleri gösterir.

Hazırlık sorularını gösterir.

Ölçme ve değerlendirme çalışmalarını gösterir.



İNSAN FİZYOLOJİSİ

1. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Bulmaca

Aşağıdaki bulmacayı çözünüz.

1. Sinir hücresi.
2. Sinir hücresinin hücre gövdesinden çıkan uzantılar.
3. Parathormon yetersizliğinde oluşan hastalık.
4. Sinir hücrelerinin aşırı uyarılması sonucu ortaya çıkan hastalık.
5. Ara beyindeki homeostazi merkezi.
6. Orta beyin ile omurilik soğanı arasında bulunan arka beynin bir parçası.
7. Refleks merkezi.
8. Kanda glikoz düzeyini düzenleyen hormonları üreten karma bez.
9. Kalsiyum karbonat kristallerinin birikmesiyle oluşan küçük kulak taşları.
10. Hipotalamus tarafından kontrol edilen temel bez.
11. Sinir hücresinde oluşan elektriksel ve kimyasal değişim.
12. Beynin iki yarım küreden oluşan kısmı.

61



İNSAN FİZYOLOJİSİ

1. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Sinir dokunun hücrelerini belirtiniz.
2. Görevlerine göre nöron çeşitleri nelerdir?
3. Kalıtsal refleksler ile kazanılmış reflekslere örnek vererek özelliklerini karşılaştırınız.
4. Kulaktaki hangi yapılar dengenin oluşumunda görev alır?
5. Stresin organizmanın çalışma sistemini nasıl etkilediğini belirtiniz.
6. Doku yapısına göre kemik çeşitleri nelerdir?
7. Kemik gelişimi için gerekli olan vitamin ve mineralleri belirtiniz.
8. Protein sindiriminde görev alan enzimler nelerdir?
9. Sindirim sisteminde sıklıkla görülen rahatsızlıklara örnek veriniz.
10. Adrenalin ve asetilkolin hormonları kalbin çalışmasını nasıl etkiler?
11. Toplardamarlardaki kapakçıkların kanın hareketindeki rolü nedir?
12. Kalp krizine neden olan etmenler nelerdir?
13. Özgül bağışıklıkta görev alan hücreler hangileridir?
14. Karbonmonoksit zehirlenmesi nasıl oluşur?
15. KOAH oluşumuna neden olan etmenler nelerdir?
16. Böbreğin boyuna kesitinde kaç kısım ayırt edilir?
17. Dişi üreme sisteminde ovulasyon olayının hormonal kontrolü nasıl sağlanır?
18. Anne ile embriyo arasındaki madde alışverişi nasıl gerçekleşir?

194

Önemli bilgilerin verildiği bölümdür.

Bilelim

İnsan karaciğerinin depolayabileceği glikojen, vücudun dört saatlik glikoz ihtiyacını karşılayabilir. Yiyeceklerle yeterli oranda glikoz alınmazsa karaciğer, amino asitleri glikoza dönüştürerek kana verir.

Etkinlik: **Nabız Sayımızı Ölçelim**



Amaç

Nabız sayımının ölçümünü doğru yöntemlerle öğrenmek

Araç Gereçler

Kalem, defter, saat.

Etkinliğin Yapılışı

Sağ elinizin iki, üç ve dördüncü parmaklarını yan yana getiriniz.

Parmaklarınızı sol bileğinizin baş parmak hizasına gelen iç yüzüne koyunuz.

Parmak uçlarında nabız vuruşlarını hissettiğinizde saate bakarak bir dakikadaki nabız atışını sayınız, ya da 15 saniye süresince sayarak 4 ile çarpınız.

Nabız sayınızı arkadaşlarınızın nabız sayılarıyla karşılaştırınız.

Değerlendirme Soruları

1. Sınıfınızdaki en yüksek nabız sayısı kaçtır?

2. Sınıfınızın ortalama nabız sayısı kaçtır?

3. Aynı yaş grubunda olduğunuz hâlde nabız sayılarınızın farklı olmasını nasıl açıklarsınız?

Etkinliklerin verildiği bölümdür.

Öğrencilerden yapılması istenen çalışmaların verildiği bölümdür.

Sıra Sizde

Sınıfta gruplar oluşturunuz. Kan ve kemik iliği bağışının önemi ile ilgili farkındalık oluşturmak amacıyla (broşür, kamu spotu, anket vb.) çalışmalar yapınız. Çalışmanızı hazırlarken grup arkadaşlarınızla yardımlaşınız ve iş birliği yapınız. Hazırladığınız çalışmayı sınıfta bir sunumla arkadaşlarınızla paylaşınız. Bu çalışma için aşağıdaki önerilerden yararlanabilirsiniz.

1. www.kizilay.org.tr Genel Ağ adresini ziyaret ediniz. Bulunduğunuz bölgede Türk Kızılayı şubesi varsa ziyaret ediniz. Belge, broşür, poster gibi materyaller alma imkânınız varsa alıp inceleyiniz. Kan ve kemik iliği bağışıyla ilgili bilgi toplayınız.

2. TÜRKÖK (Türkiye Kök Hücre Koordinasyon Merkezi) hakkında bilgi toplayınız.

Konu ile ilgili pekiştirici çalışmaların verildiği bölümdür.

Ne Öğrendik

Aşağıdaki tabloda verilen hormonların salgılandığı yerler ve fizyolojik etkileri belirtilmiştir. Öğrendiklerinizden yararlanarak doğru eşleştirmeyi yapınız.

	Hormon			Salgılandığı yer	Fizyolojik etki
A	Tiroksin			1. Pankreas	a. Kemik ve dişlerden kana kalsiyum geçişi, fosfatın idrarla atılması
B	Kortizol			2. Böbrek üstü bezleri	b. Kanda glikoz miktarının düzenlenmesi
C	Folikül uyarıcı hormon			3. Paratiroit bezi	c. Yumurta ve sperm oluşumu
Ç	Parathormon			4. Hipofiz bezi	ç. Hücrelerde metabolizmanın düzenlenmesi
D	İnsülin			5. Tiroit bezi	d. Protein ve yağların karbonhidratlara dönüşümünün sağlanması

1. ÜNİTE

İNSAN FİZYOLOJİSİ



BÖLÜMLER

HAZIRLIK SORULARI

1. Korku, heyecan ve stres gibi durumlarda vücudunuzda hangi değişimler meydana gelir?

2. Kokular, kendileriyle bağlantılı olarak geçmişte yaşanan bazı olayları nasıl hatırlatabilir?

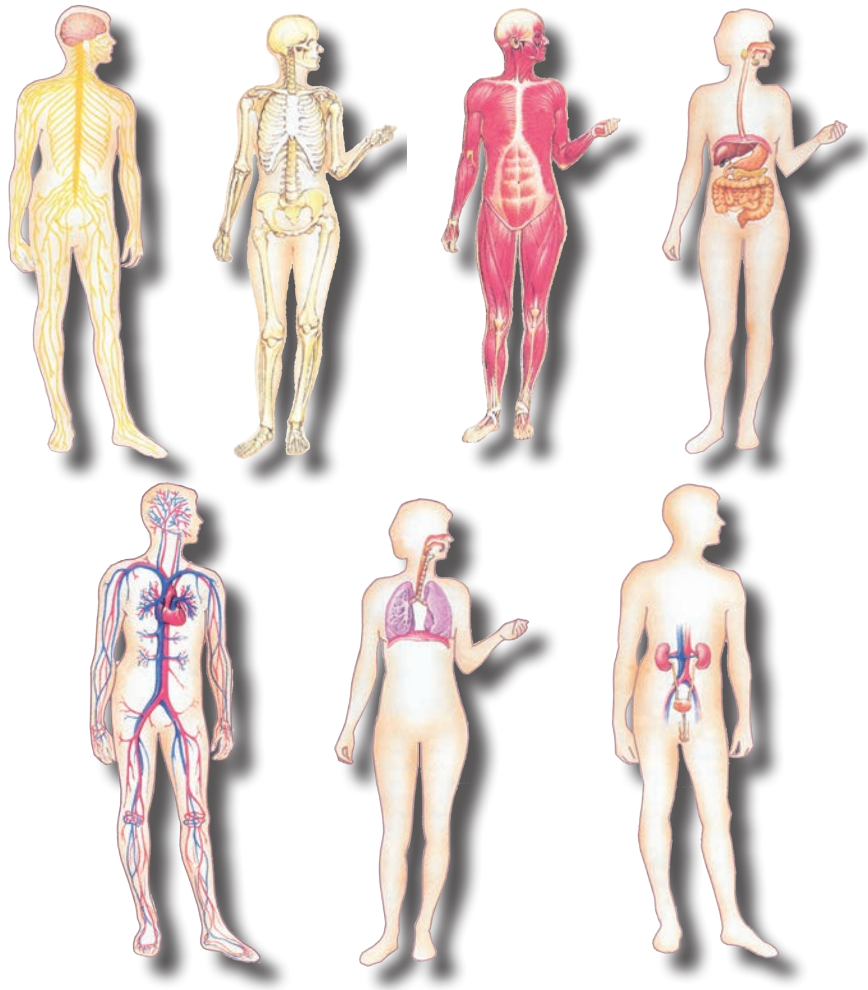
3. Spor ve beslenme destek ve hareket sisteminin sağlıklı olmasında nasıl rol oynar?

4. Vücudumuz hastalık etkeni olan mikroorganizmalarla nasıl savaşır?

5. Günümüzde kısırlık nedenleri ve tedavisinde uygulanan yöntemler nelerdir?

1. BÖLÜM: Denetleyici ve Düzenleyici Sistem, Duyu Organları

Organizmaları oluşturan doku ve organların yapıları, görevleri ve diğer organlarla oluşturdukları iş birliği, fizyoloji biliminin konusunu oluşturmaktadır (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: İnsan fizyolojisi

Canlılarda sinir sistemi ve endokrin sistem diğer sistemlerin düzenli çalışmasında etkin rol oynadığından denetleyici ve düzenleyici sistem olarak tanımlanır. Sinir sistemi duyuların algılanmasını, işlenmesini, ilgili kas ve salgı bezlerininin uyarılmasını sağlar. Endokrin sistem, hormon salgılayan iç salgı bezlerinden oluşur. Hormonlar kan yoluyla hedef hücrelere taşınan ve fizyolojik yanıtları başlatan kimyasal düzenleyicilerdir. Duyu organları ise iç ve dış çevreden gelen uyarıları algılamamıza yardımcıdır. Denetleyici ve düzenleyici sistemler ile duyu organlarının yapı, görev ve işleyişini; bunların düzensiz çalışmalarında meydana gelen rahatsızlıkları açıklayalım.

11.1.1.1. Sinir Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

Sinir sistemi, doku ve organlarla bağlantılı olan, dolayısıyla sistemlerin düzenli çalışmasını ve denetimini sağlayan sinir dokudan oluşmuştur.

A. Sinir Doku

Sinir doku, **nöron** denilen sinir hücreleri ile ara maddeyi oluşturan **nöroglia** ya da kısaca **glia** denilen yardımcı hücrelerden oluşur. Sinir hücresinin zarına nörolemma, sitoplazmasına nöroplazma denir. Nöronlar içten ve dıştan gelen uyarıları alma, değerlendirme ve oluşan cevapları ilgili kas ve bezlere iletme işlevini gerçekleştirir.

Glia hücreleri ara maddenin oluşumundan başka, sinir dokunun beslenmesi, solunumu ve onarımında görevlidir. Sinir sistemindeki hücrelere desteklik sağlar, ortamdaki iyon konsantrasyonunu kontrol ederek nöronların işlevlerini düzenler. Ayrıca pek çok nöronun uzantıları etrafında kılıf oluşturur.

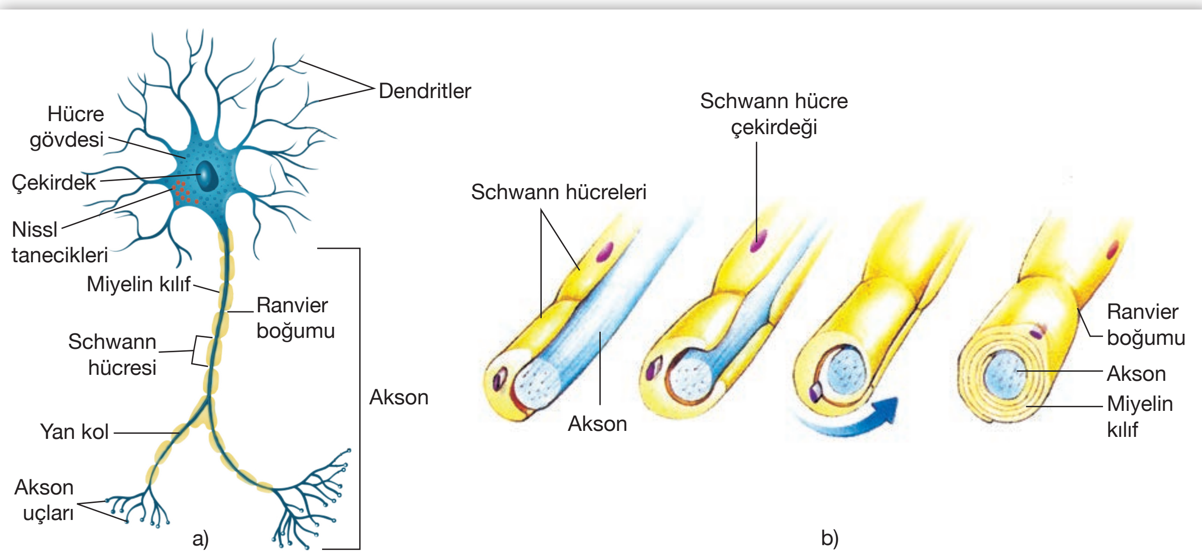
Nöronun Yapısı ve Çeşitleri

Bir nöron (sinir); hücre gövdesi, dendrit ve akson olmak üzere üç kısımdan oluşur (Görsel 1.2.a).

Hücre gövdesi: Hücrede metabolik devamlılığı sağlar. Hücre gövdesinde çekirdek, mitokondri, golgi, nissl tanecikleri ve diğer organeller bulunur ancak sentrozom bulunmaz. Bu nedenle sinir hücreleri bölünme yeteneklerini yitirmiştir. Nissl tanecikleri, granüllü endoplazmik retikulum gruplarıdır ve protein sentezinde işlev görür. Ayrıca hücre gövdesinde, madde dolaşımında ve hücre şeklinin belirlenmesinde rol oynayan nörofibril denilen ince telcikler yer alır. Nörofibriller, hücre gövdesinden dağılarak dendrit ve aksona doğru uzanır. Hücre gövdesinden dendrit ve akson olmak üzere iki tip uzantı çıkar.

Dendrit: Hücre gövdesinden çıkan ve nöronun diğer hücrelerden gelen uyartıları almasını sağlayan çok sayıdaki kısa uzantılardır.

Akson: Hücre gövdesinden gelen uyartıyı diğer sinir hücrelerine veya efektör organlara (kas, salgı bezi, elektrik organı vb.) taşıyan ince, uzun uzantıdır. Gövdeden çıkan akson genellikle tek olarak bulunmasına rağmen akson ucunda birden fazla dallanma olabilir. Akson uçlarından, bir nörondan diğerine ya da tepki organına uyartıların kimyasal yolla iletimini sağlayan **nörotransmitter** maddeler salgılanır. Pek çok nöronun aksonu etrafında glia hücrelerinden biri olan Schwann (şıvan) hücrelerinin oluşturduğu kılıf bulunur. Buna **Schwann kılıfı** denir. Schwann kılıfının oluşturduğu katlar arasına yağlı, proteinli, fosforlu maddeler birikerek **miyelin kılıf** denilen ikinci bir örtüyü oluşturur (Görsel 1.2.b).

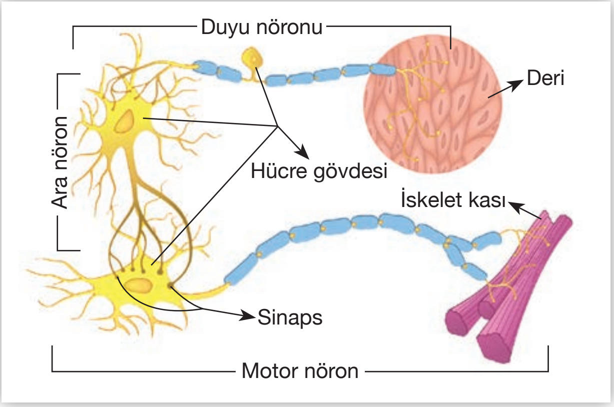


Görsel 1.2: a) Bir nöronun yapısı, b) Aksonun enine kesitinde miyelin kılıf oluşumu

Miyelin kılıf, uyartının akson boyunca çok hızlı yayılmasını sağlar ve aksonu, çevre nöronların uyarılarından etkilenmesini önlemek amacıyla izole eder. Miyelin kılıfın akson boyunca yaptığı boğumlar **Ranvier boğumu** adını alır. Ranvier boğumlarında miyelin kılıf bulunmaz. Beyin, omurilik ve iskelet kaslarını uyaran nöronlarda miyelin kılıf bulunur. Otonom sinir sistemine ait sinirlerin bir kısmı miyelinsizdir.

Aksonun uzunluğu, nöronun görevine göre 1mm olduğu gibi 2-3 metre de olabilir. Örneğin, yetişkin bir zürafanın bacağındaki nöron uzunluğu yaklaşık 3 m'dir.

Nöronlar görevlerine göre duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olmak üzere üç gruba ayrılır (Görsel 1.3).



Görsel 1.3: Görevlerine göre nöron çeşitleri

a. Duyu nöronları: Göz, kulak, deri, kas gibi vücudun çeşitli kısımlarındaki reseptörler aracılığı ile alınan uyartılar duyu nöronları ile merkezî sinir sistemine (beyin ve omurilik) taşınır.

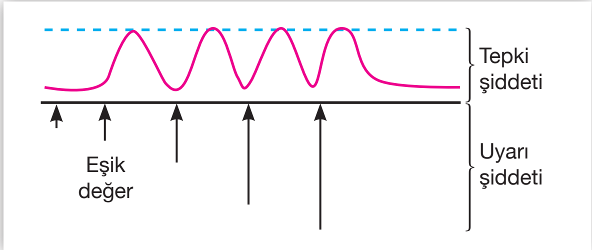
b. Ara nöronlar: Duyu ve motor nöronlar arasında bağlantı kurar. Merkezî sinir sisteminde yer alır.

c. Motor nöronlar: Merkezî sinir sisteminden çıkan nöronlardır. Duyu nöronu ya da ara nörondan alınan uyartıları ilgili tepki organına yani efektöre taşır. Efektör, merkezî sinir sisteminde oluşan uyartılara verilen cevapları yerine getiren salgı bezi ve kas gibi organlardır.

B. İmpuls Oluşumu ve İletimi

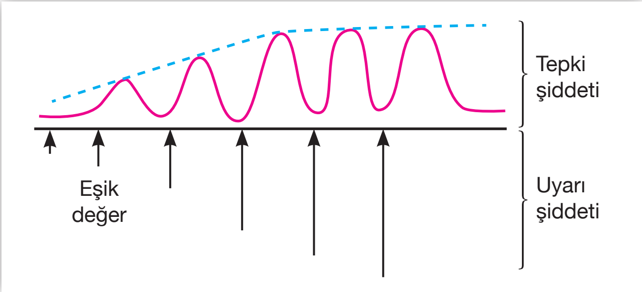
Nöronlar ışık, ses, koku gibi çeşitli uyaranlara tepki verecek şekilde özelleşmiştir. Nöron uyarıldığı zaman, hücrede elektriksel ve kimyasal değişiklikler olur. Bu değişikliklere **impuls** (uyartı) denir.

Bir sinir hücresinde impuls oluşumunu sağlayan en düşük uyarı şiddetine **eşik şiddeti** veya **eşik değer** denir. Eşik değerin altındaki uyarılara sinir hücresi cevap vermez. Eşik değerdeki veya üzerindeki uyarılara ise aynı şiddette cevap verir. Buna **ya hep ya hiç kuralı** denir (Görsel 1.4.a).



Görsel 1.4.a: Bir sinir hücresinde uyarı şiddetinin artması tepki şiddetini değiştirmez (ya hep ya hiç kuralı).

Sinir hücrelerinin uyarılma eşik değeri farklılık gösterir. Bu nedenle birçok sinir hücresinden oluşan bir sinir kordonu ya hep ya hiç kuralına uymaz (Görsel 1.4.b).

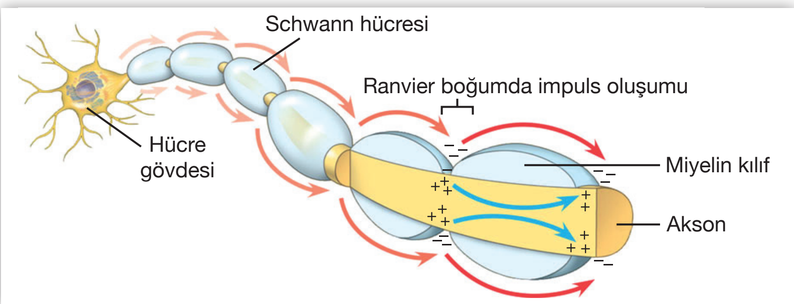


Görsel 1.4.b: Bir sinir kordonunda uyarı şiddetine bağlı olarak tepki şiddeti önce artar sonra sabit kalır.

Düşük şiddetteki bir uyarı yalnızca eşik değeri düşük olan sinir hücrelerinde impuls oluşturur. Uyarı şiddeti artırılırsa uyarılan sinir hücresi sayısı ve impuls sayısı artar. Sonuçta beyindeki duyu merkezlerine gelen impuls sayısı da artar. Bu da verilen tepkinin şiddetini belirler. Örneğin, yolda yürürken arkadaşınızın seslenmesine vereceğiniz tepki ile bir çığlık sesine vereceğiniz tepki farklıdır. Çünkü çığlık sesinde uyarılan sinir hücresi sayısının ve dolayısıyla impuls sayısının artması vereceğiniz tepkinin de artmasına neden olur. Ancak belli bir değerden sonra uyarı şiddeti arttırılsa da tepki şiddeti değişmez.

İmpulsun akış yönü, bir sinir hücresinde dendritten aksona doğrudur. İmpuls, nöron boyunca elektriksel ve kimyasal değişikliklerle iletilir.

İmpulsun sinir hücresinde iletilmesi için enerji gereklidir. Bu enerji solunum reaksiyonları ile sağlanır. Bu sırada glikoz ve oksijen harcanır, karbondioksit açığa çıkar. ATP tüketimi artar ve sıcaklık artışı gözlenir. Bunlar impulsun sinir hücresinden geçerken oluşturduğu kimyasal değişikliklerdir. İmpulsun elektriksel iletimi, aksonon iç ve dış kısmı arasında gerçekleşen iyon değişimleri ile sağlanır. Bu durum iyonların hücre içi ve hücre dışı sıvıda eşit olmayan bir şekilde dağılımına neden olur. Sinir hücresinin bu konumuna **kutuplaşma** denir. Miyelinli sinirlerin sadece ranvier boğumlarında kutuplaşma gerçekleşir. Ranvier boğumlarında miyelin bulunmadığından impuls iletimi bir boğumdan sonraki boğuma sıçrayarak ilerler (Görsel 1.5). İmpulsun akson boyunca iletim hızını, aksonun miyelinli olmasının yanı sıra akson çapı da etkiler. Akson çapı ne kadar büyükse iyon akımı o kadar fazla olacağından impuls hızı da artar.

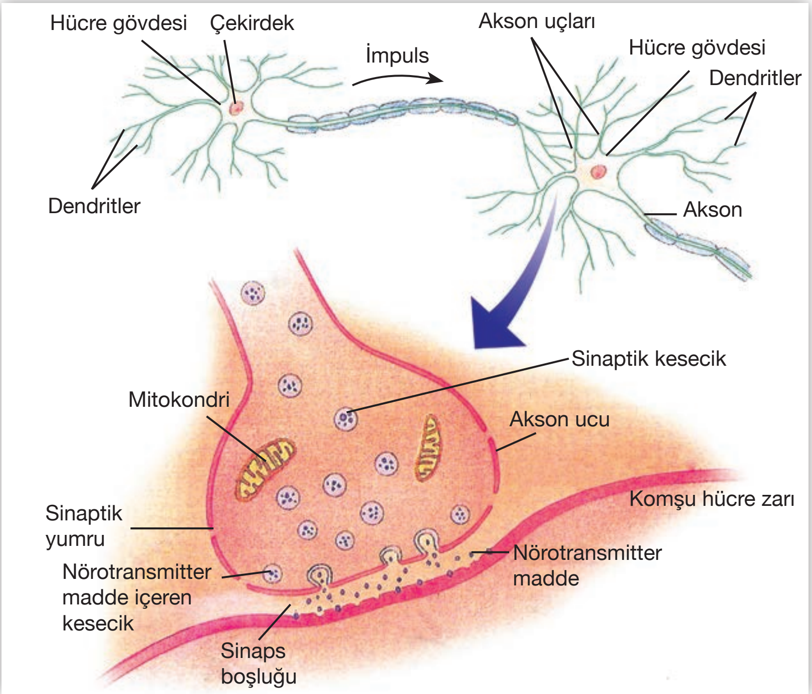


Görsel 1.5: İmpuls, miyelinli sinirlerde Ranvier boğumlarından sıçrayarak ilerler.

İmpulsun Bir Sinir Hücresinden Diğerine Geçişi

Nöronlar arasındaki impuls iletimi, bir nöronun akson ucundan diğer nöronun dendritine doğru olur. İki nöron ya da nöron ile hedef hücrenin karşılaştığı ve kimyasal iletimin kurulduğu bölgeye **sinaps** denir. Sinaps bölgesindeki iki hücre aralığı ise **sinaps boşluğu** olarak tanımlanır.

Aksonun sinaps boşluğunda sonlanan ucuna **sinaptik yumru** denir. Bu bölgelerde nörotransmitter maddeleri taşıyan ve **sinaptik kesecik** olarak tanımlanan çok sayıda küçük kesecikler bulunur (Görsel 1.6). Nörotransmitter maddeler asetilkolin, nöradrenalin, dopamin, serotonin, histamin gibi kimyasal maddelerdir.



Görsel 1.6: İmpuls, sinaptik yumruya ulaştığında buradaki sinaptik keseciklerden nörotransmitter maddeler salgılanır.

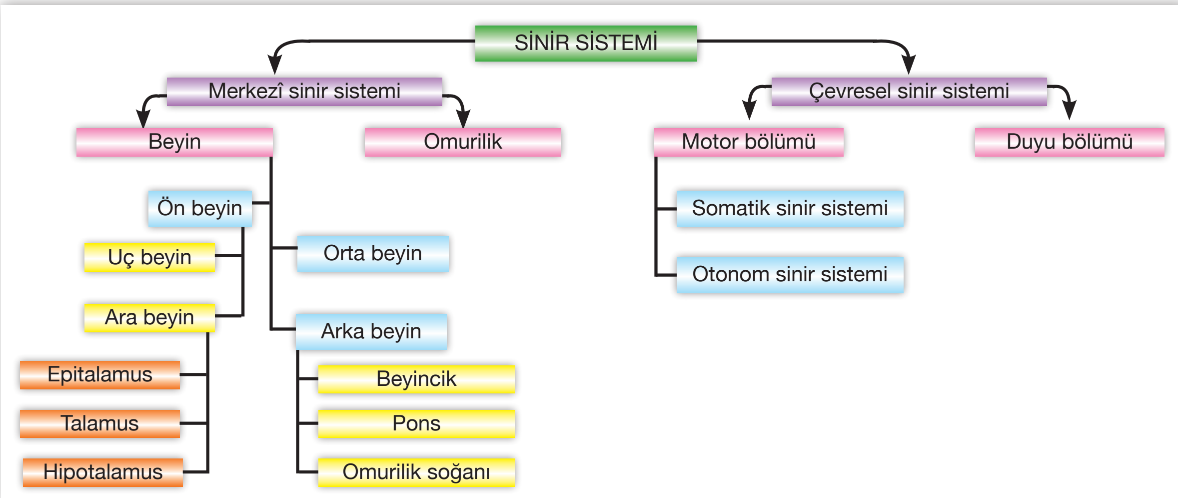
İmpuls sinaptik yumruya ulaştığında buradaki sinaptik keseciklerden ekzositozla salgılanan nörotransmitter maddeler sinaps boşluğuna dökülür. Nörotransmitter maddeler, sinir hücrelerinin dendrit zarında bulunan reseptörlerine bağlanarak impuls oluşumunu başlatır. Sinir hücresinin dendritinde kimyasal uyarıyla başlayan impuls, akson boyunca elektriksel ve kimyasal değişimlerle ilerleyerek ya komşu sinir hücresine ya da hedef organa ait hücreye ulaşır. İmpuls hedef organa ulaşmış ise tepki oluşur.

İmpulsun sinapstan geçişi kimyasal yolla olduğundan aksondan geçişinden daha yavaştır. Sinapslar impulsların ilk değerlendirme ve kontrol yerleridir. Sinapsa ulaşan her impuls diğer sinir hücresine geçemez. Çünkü nörotransmitter maddeler diğer sinir hücresinin dendrit ucundaki özgül reseptörlerine bağlandığında impuls oluşumuna yol açar. Böylece organizma gereksiz şekilde uyarılmamış olur. Örneğin, parmağımıza iğne battığında sadece kolumuzu hareket ettiren kaslar uyarılır ve elimizi çekeriz. Tüm vücut bu olaya tepki vermez.

Akson ucundan salgılanan nörotransmitter maddeler, impulsun komşu hücrenin dendritine geçişini önlüyor ise **engelleme**; gücünü artırıyorsa **kolaylaştırma** olarak adlandırılır. Bu iki işlem vücudun çalışmasını ayarlayan önemli bir özelliktir. Örneğin, bir kasın kasılması kolaylaştırma ile gerçekleşirken gevşemesi impulsun yok edilmesiyle yani engelleme ile olur. Engelleme ve kolaylaştırma sadece sinapslarda görülür. Bunlar aynı zamanda insanın zekâ, bellek ve öğrenme mekanizmalarının temelini oluşturur. Sinapslardaki nörotransmitter maddeler işlevleri bittiğinde enzimlerle parçalanarak etkisiz hâle getirilir.

C. İnsanda Sinir Sistemi

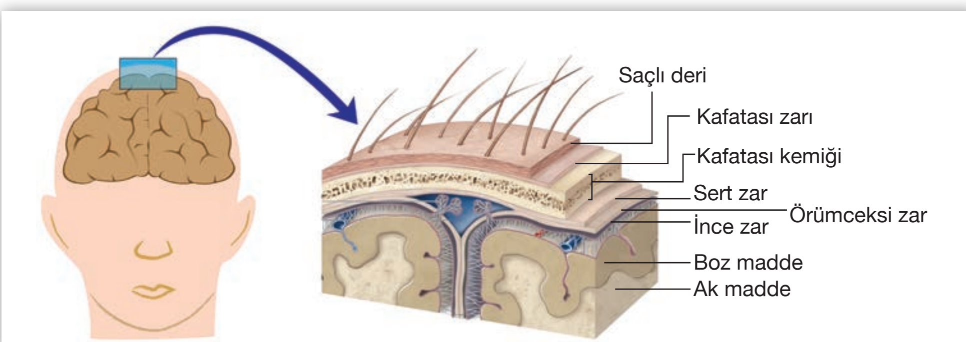
İnsandaki sinir sistemi, omurgalı canlılar arasında en gelişmiş ve en karmaşık yapıya sahip sinir sistemidir. Bu sistemin sınıflandırılması aşağıda gösterilmiştir (Görsel 1.7).



Görsel 1.7: Sinir sisteminin bölümleri

1. Merkezî Sinir Sistemi

Merkezî sinir sistemi beyin ve omurilikten oluşur. Beyin ve omurilik **meninges** (beyin zarı) denilen üç katlı zar ile çevrilidir. Bu zarlar dıştan içe doğru sert zar, örümceksi zar ve ince zar olarak isimlendirilir (Görsel 1.8).



Görsel 1.8: Meninges zarları

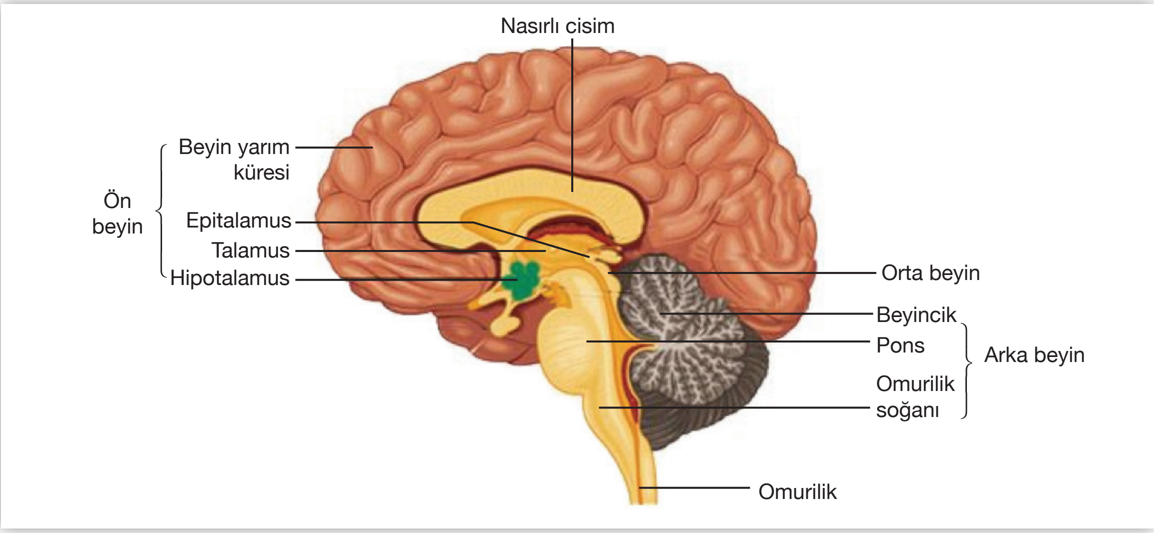
Sert zar, beyinde kafatasına yapışık olarak bulunur.

Örümceksi zar, alt ve üst yüzeyde uzanan bağ doku iplikçikleriyle iki zarı birbirine bağlar.

İnce zar, beynin tüm kıvrımlarını sarar ve zengin kan damarları ile çevrilidir. Kılcal kan damarlarından kan basıncının etkisiyle sızan sıvı, **BOS** denilen beyin omurilik sıvısını oluşturur ve ince zar ile örümceksi zar arasını doldurur. BOS, sarsıntı ve darbelere karşı beyni ve omuriliği korur. Sinir hücreleri ile kan damarları arasındaki madde alışverişinde görev alır.

A. Beyin

Tüm omurgalılarda beyin; ön beyin, orta beyin ve arka beyin olmak üzere üç bölümde incelenir (Görsel 1.9).

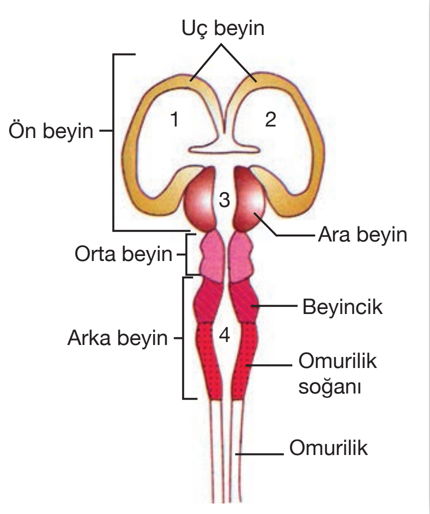


Görsel 1.9: İnsan beyninin boyuna kesiti

1. Ön Beyin

Beynin en büyük kısmı olan ön beyin, uç beyin ve ara beyinden oluşur.

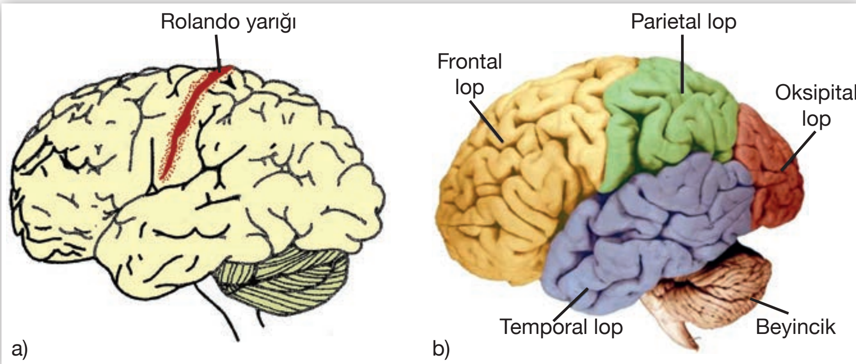
Uç beyin: iki yarım küreden oluşur. Uç beyinde öğrenme, değerlendirme, bellek, hayal kurma, bilinçli davranışların tümü ve duyu organlarından gelen uyartıları algılayan merkezler bulunur. Beyin yarım küreleri birbirine üstten **nasırlı cisim**, alttan **beyin üçgeni** denilen bağlarla bağlanır. Bu bağlar nöronların aksonlarından oluşur. Her yarım küre içinde bir boşluk vardır. Birinci ve ikinci karıncık denilen bu boşluklar bir kanal ile üçüncü karıncığa bağlanır. Üçüncü karıncık da bir kanal ile omuriliğin hizasındaki dördüncü karıncığa bağlanır (Görsel 1.10). Beyinde bulunan bu karıncıklar omurilik kanalının devamı şeklindedir. Karıncıkların üst kısmında beyin omurilik sıvısını oluşturan kılcal damarlar bulunur.



Görsel 1.10: Beyin karıncıkları (1, 2, 3, 4)

Beyin yüzeyinde gözle görülen ve beyin yarım kürelerini enine ayıran derin yarığa **Rolando yarığı** denir (Görsel 1.11.a). Rolando yarığının üst kısmında motor, alt kısmında duyu merkezleri bulunur. Ön beyinden enine kesit alınırsa dış kısımda gri renkte boz madde, iç kısımda beyaz renkte ak madde görülür. Ak madde miyelinli sinirlerin aksonlarından, boz madde ise sinir hücrelerinin gövde kısmından oluşmaktadır. Boz maddeyi içeren kısım **beyin kabuğu** (korteks) olarak tanımlanır. Beyin kabuğunun dış kısmı çok sayıda sinir hücresinin yerleşmesini sağlayacak şekilde kıvrımlar oluşturmuştur. Bu durum insan beyninin diğer omurgalılardan daha fazla gelişmiş olduğunu gösterir.

Beyin yarım kürelerinin kabuk kısmında; **duyu, hareket, zekâ, hafıza, hayal kurma** ve tüm **bilinçli davranışlar**ımızın merkezleri bulunur. Beyin kabuğu zedelenen bir hayvanda solunum, dolaşım, sindirim faaliyetleri devam eder. Ancak bilinçli davranışlar gerçekleştirilemez. Yapılan deneylerde beyin yarım küreleri çıkarılmış bir kuşun havaya atıldığında uçabildiği, ağzına besin verildiğinde besini yediği, düşmanlarından kaçmadığı ve dış etkilere karşı duyarlı olmadığı görülmüştür.



Görsel 1.11: a) Rolando yarığı b) Farklı işlevleri yerine getiren beyin lopları

Beyin yarım küreleri farklı işlevleri yerine getirecek şekilde dört loba ayrılmıştır (Görsel 1.11.b). Baş parmağımızı içe kıvırarak bir yumruk yaparsak; baş parmağa karşılık gelen alan temporal lop, parmaklar frontal lop, elin arkası parietal lop ve bileğe denk gelen kısım oksipital lop olarak tanımlanır.

Temporal lop (Şakak lobu): Üst bölge işitme ile ilgili bilgileri işler. Alt bölge tanımayla ilgilidir. Bu bölgenin hasar görmesi durumunda kişi cismi farkeder ancak tanıyamaz.

Frontal lop (Alın lobu): Vücudun belirli bölgesindeki kasları kontrol eder. Hissetmek ve gelecekle ilgili planlar yapmak önemli işlevidir. Alt bölgesi konuşma ile ilgilidir.

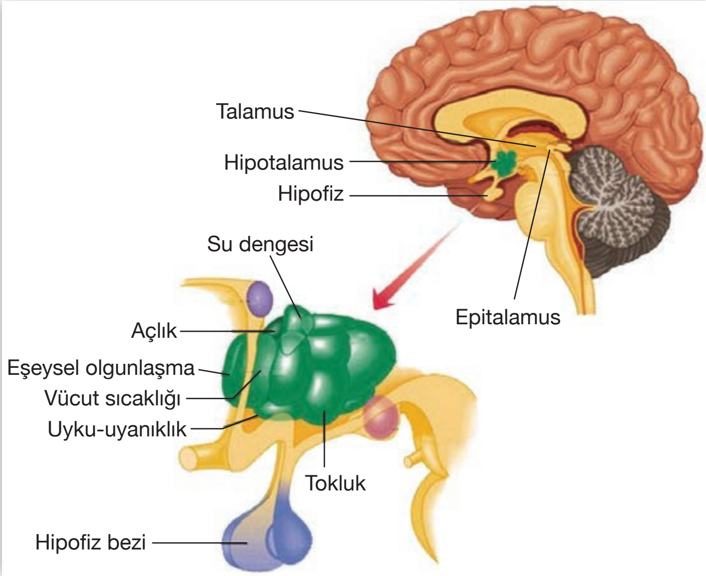
Parietal lop (Yan lop): Bu alan talamus yoluyla vücuttan gelen dokunma ve basınç bilgilerini alarak değerlendirir. Eğer küçük bir alana elektriksel bir uyarı verilirse vücudunun herhangi bir yerine dokunulduğu hissini bildirir. Eğer sağ taraftaki kısım hasar görürse vücudun sol tarafından gelen uyarılar değerlendirilemez. Örneğin sol tarafına giysisini giyemez, sol yanağını traş edemez.

Oksipital lop (Arka lop): Görsel bilgilerin alındığı ve işlendiği yerdir. Dış dünyayı algılamayı sağlar.

Ara beyin: Beyin yarım küreleri arasında kalan ara beyin; **epitalamus**, **talamus** ve **hipotalamus** bölgelerini içerir.

Epitalamus, talamusun arka üst kısmında bulunur. Talamus ve hipotalamusla birlikte işlev görür. Epitalamusun ince uzantısı **epifiz bezi** adını alır. Bu bezden salgılanan melatonin hormonunun özellikle üreme ile ilgili biyolojik ritimler üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. Epitalamus; salgıların kontrolünde, duyuların oluşumunda, kas ve iskelet sisteminin denetiminde rol oynar.

Talamus, koku duyusu hariç duyusal impulsların toplandığı, değerlendirildiği ve beyin kabuğunun ilgili merkezlerine iletildiği bölgedir. Talamus heyecan, korku gibi stresli durumlarda yüzdeki mimiklerin oluşumunu kontrol eder.



Görsel 1.12: Hipotalamus ve işlev merkezleri

Hipotalamus, yağ ve karbonhidrat metabolizmasını, iştah, kan basıncı, uyku, uyanıklık, açlık, tokluk, vücut su dengesi, vücut sıcaklığı ve eşeysel olgunlaşmayı düzenler. Salgıladığı hormonlar ile hipofizi uyarır. Hipotalamusun alt kısmında yer alan hipofiz, iç salgı bezlerinin çalışmasını düzenleyen önemli bir bezdir. Dolayısıyla hipotalamus hipofizin çalışmasını da kontrol ederek homeostazinin sağlanmasında önemli rol oynar (Görsel 1.12). Homeostazi, organizmada kararlı ve dengeli iç çevrenin oluşturulmasıdır.

2. Orta Beyin: Ara beyin ile beyincik arasında kalan bölümdür. Ön beyin ile arka beyin arasında impuls iletimini sağlayarak köprü görevi görür. Orta beyinde, dinlenme sırasında kasların hafif kasılı kalma durumu olan kas tonusunu ve vücut duruşunu düzenleyen merkezler bulunur. Ayrıca görme ve işitme reflekslerini kontrol eder. Işıkta göz bebeklerinin küçülmesi, kedi ve köpeklerin duydukları bir ses karşısında kulaklarını dikleştirmesi orta beyinde bulunan reflkes merkezleriyle sağlanır.

3. Arka Beyin: Küçük beyin olarak da tanımlanan arka beyin pons, omurilik soğanı ve beyincik olmak üzere üç bölümden oluşur.

Pons: Varoli köprüsü de denilen bu yapı, omurgalı canlılar arasında sadece memelilerde bulunur. Pons, beyinciğin iki yarım küresi arasında bağlantıyı sağlayan ve orta beyin ile omurilik soğanı arasında bulunan sinir demetidir. Omurilik soğanındaki solunum merkezini düzenler. Bilinçaltını ve vücudun uyanık kalmasını kontrol eder. Zarar görmesi durumunda koma hâli oluşur.

Omurilik soğanı: Beyinciğin altında, omurilik ile pons arasında yer alır. Yapısı omuriliğe benzer. Dış kısmında ak madde, iç kısmında boz madde yer alır. Pek çok beyin sinirinin geçtiği yerdir.

Beyin yarım kürelerinden çıkarak vücuda dağılan motor sinirler omurilik soğanından çaprazlaşarak geçtiğinden beynin sol tarafı vücudun sağ tarafını, beynin sağ tarafı vücudun sol tarafını kontrol eder.

Omurilik soğanı beyin ve omurilik arasındaki mesajların iletilmesinde görev alır. Solunum, dolaşım, sindirim, karaciğerin şeker depolaması gibi yaşamsal olayları; çiğneme, hapşırma, öksürme, yutkunma, kusma ile ilgili refleksleri düzenler. Omurilik soğanı, pek çok yaşamsal merkeze sahip olmasından dolayı **hayat düğümü** olarak da tanımlanır. Omurilik soğanına yapılacak darbeler ölümle sonuçlanabilir.

Beyincik: İki yarım küre hâlindeki beyincik, omurilik soğanının üst kısmında yer alır. Beyincik bir denge merkezidir. Beyinde olduğu gibi dışta boz madde, içte ak madde bulunur. Boz madde, ak madde içine doğru girinti çıkıntı yaparak dağıldığından bu görünüme **hayat ağacı** denir. Beyincik, kas hareketlerini düzenler. İç kulaktaki yarım daire kanallarından ve görme merkezinden gelen impulslar ile birlikte vücudun dengesini sağlar. Beyincik zedelenirse gözler sürekli hareket eder. Bir cisme sabit bakılamaz. Alkol, beyinciği etkilediğinden alkol alan kişiler dengelerini sağlayamaz ve yalpalayarak yürür. Bebekler beyincik gelişimini tamamlamadan oturamaz ve ayakta duramaz.

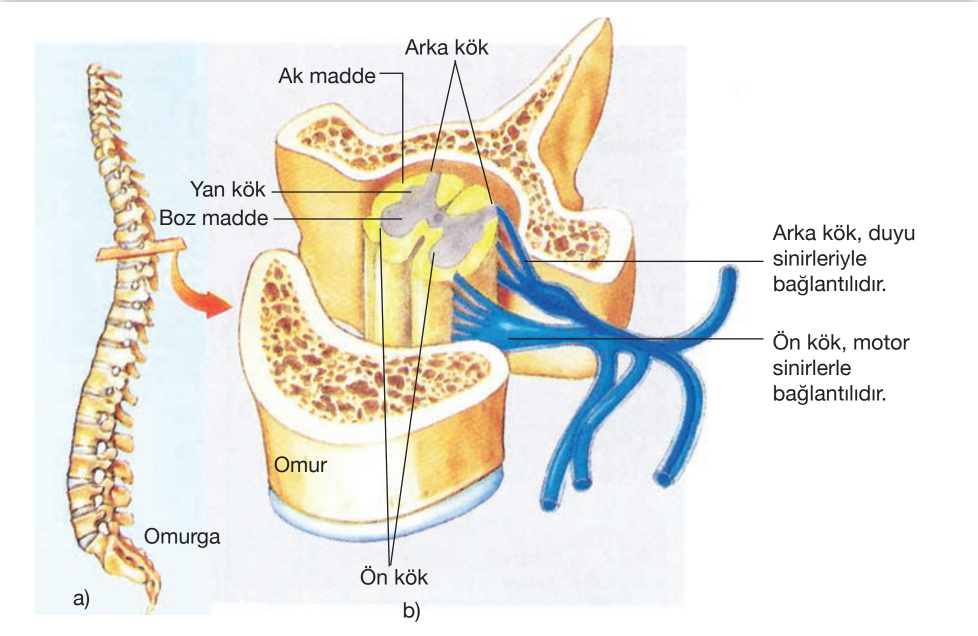
Orta beyin, pons ve omurilik soğanının tamamı **beyin sapı** olarak adlandırılır. Tüm beyin, beyincik ve hayati merkezlerin yer aldığı beyin sapının fonksiyonlarının geri dönülmez şekilde kaybolması ile **beyin ölümü** gerçekleşir. Beyin ölümünde kişinin kalbi belirli bir süre çalışır ancak tüm yaşam fonksiyonları tıbbi destek üniteleri ile sağlanır. Bu desteklerin durdurulması durumunda tüm organ fonksiyonları kaybedilir.

Sıra Sizde

Beyin yapısının daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

B. Omurilik

Omurilik, beyinden çıkan sinir kordonu şeklindedir ve omurga kanalı içinde bulunur. Omurilikte de beyinde olduğu gibi dıştan içe doğru sert zar, örümceksi zar ve ince zar bulunur. Omuriliğin üst ucu omurilik soğanı ile birleşiktir. Omurilikten enine kesit alındığında ortada merkezî bir kanal görülür. Omurilikteki kanal ve zarların arası BOS ile doludur. Kanalın etrafında sinir hücrelerinin gövde kısmından oluşan kelebek şeklinde boz madde bulunur. Omurilikteki boz madde beyindekinin tersine içtedir. Nöron aksonlarından oluşan ak madde, boz maddenin dışındadır.Boz maddenin ak madde içine doğru yaptığı çıkıntılar, kök (boynuz) olarak adlandırılır. Öndeki çıkıntılara **ön kök,** arkadaki çıkıntılara ise **arka kök** denir. Ön ve arka kökler arasında ise yan kökler bulunur (Görsel 1.13).



Görsel 1.13: a) Omurga, b) Omuriliğin enine kesiti

Duyu sinirleri arka kökten omuriliğe giriş yapar. Ön kökler, motor sinirlerin çıktığı bölgelerdir. Yan kökler ise otonom sinir sistemine ait sinir merkezleri bulunur. Omurilikte ayrıca duyu ve motor sinirlerini birleştiren ara sinirler bulunur.

Omuriliğin iki temel görevi vardır:

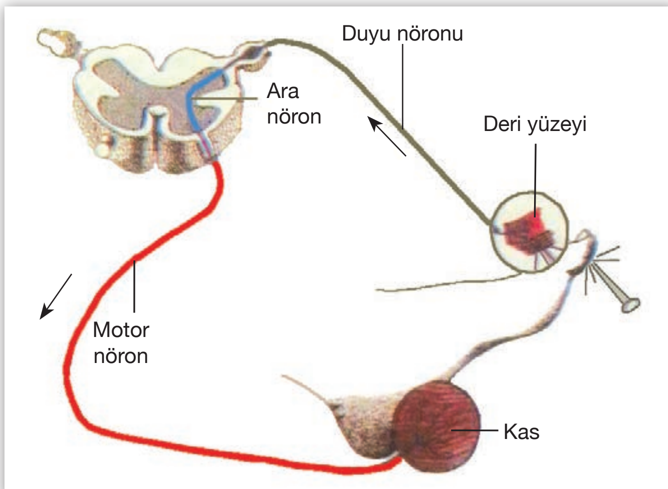
• Çevreden çeşitli reseptörlerle alınan uyarılar sonucu sinir hücrelerinde oluşan impulsları beyne, beyinden gelen impulsları da kas ya da salgı bezi gibi efektör organlara iletmek.

• Refleksleri ve alışkanlık hareketlerini denetlemek.

Refleks, vücutta sinir ve kas sisteminin birlikte hareket etmesiyle ani uyarılara karşı verilen istemsiz en kısa yanıttır. Reflekslerin çoğu doğuştandır ve tüm insanlarda ortaktır. Bu reflekslere **kalıtsal refleksler** (doğuştan gelen refleksler) denir. Diz kapağı refleksi, bebeklerin emme refleksi, göz kapağının ani ışıkta kapanma refleksi kalıtsal reflekslere örnektir. Refleksler sinir sisteminin sağlıklı olup olmadığı konusunda bilgi vermesi bakımından önemlidir. Sinir sistemi rahatsızlıklarının erken tanımlanmasında yardımcıdır. Refleksler canlının yaşama uyum sağlamasını kolaylaştırır ve hayatta kalmasını sağlar. Reflekslerin olmadığı düşünülürse organizma dış ve iç uyarılara tepki veremeyeceğinden canlılık olayları sürdürülemez.

Kalıtsal reflekslerin yanı sıra öğrenme ile oluşan reflekslere ise **kazanılmış refleksler** (şartlı refleksler veya sonradan kazanılan refleksler) denir. Bu reflekslerin öğrenme aşamasında, beyin kabuğu işlev görür. Öğrenildikten sonra davranış alışkanlığa dönüşür ve omurilik denetiminde gerçekleşir. Örneğin yüzme, dans etme, araba kullanma gibi davranışlar beyin kabuğu denetiminde öğrenilir. Daha sonra alışkanlığa dönüşür ve omurilik tarafından yönetilir. Hata yapılırsa beyin tekrar devreye girer.

Basit bir refleks olayında duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron görev yapar. Üç nöronun bu birlikteliği **refleks yayı** olarak tanımlanır. Örneğin, bir çiviye basıldığında oluşan geri çekme refleksi üç sinirli refleks yayı ile gerçekleşir (Görsel 1.14). Bu olayda derideki duyu reseptörlerinin uyarılmasıyla duyu nöronlarında impuls oluşur.



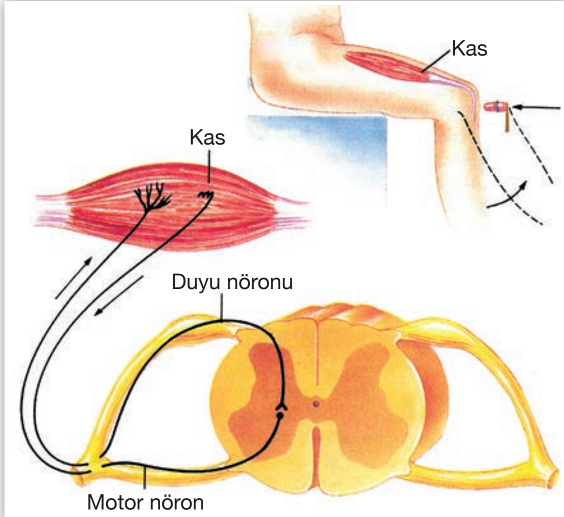
Görsel 1.14: Geri çekme refleksini gösteren refleks yayı

Duyu nöronu, impulsu omurilikteki ara nörona iletir. Ara nöron, impulsu motor nörona aktarır. Motor nöron, ilgili kasın harekete geçmesini sağlar ve geri çekme refleksi oluşur. Bu refleks olayı, impuls beyne ulaşmadan gerçekleşir. İmpulsun sinirlerle omurilikten beyne iletilerek yorumlanması ile acı hissedilir.

Çevreden gelen uyarı → Reseptör → [Duyu nöronu (↑ Arka kök) → Ara nöron → Motor nöron (↑ Ön kök)] → Efektör → Geri çekme refleksi

İki nöron ile kontrol edilen daha basit reflekslerde vardır. Örneğin, diz kapağı refleksinde duyu nöronu ve motor nöron görev alır. Diz kapağının tam altındaki kirişe vurulduğunda reseptörlerin uyarılması ile oluşan impuls, duyu nöronu ile omuriliğe taşınır.

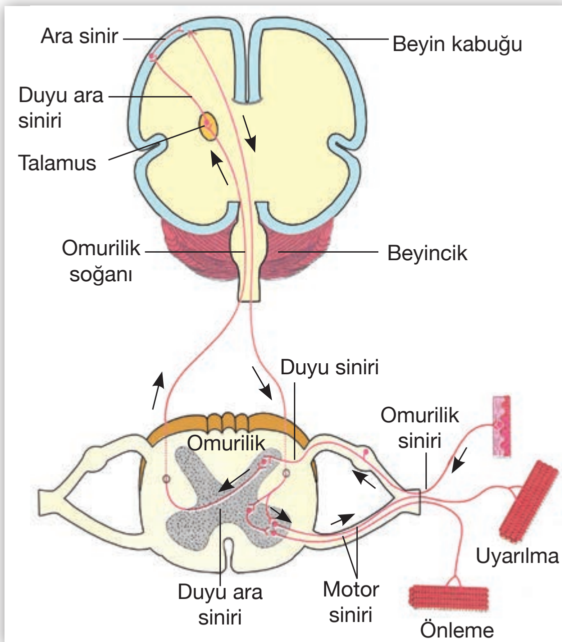
Duyu nöronu omurilikteki motor nöron ile ilişkilidir. Motor nöron ile bacak kaslarına iletilen impuls, bacağın öne doğru fırlamasına neden olur (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Diz kapağı refleksi

Diz kapağına vurulan kişi vurulduğunun farkındadır. Çünkü duyusal impulslar, duyu nöronundan omuriliğe, oradan da beyne geçer. Bazen refleksler uykuda da oluşabilir. Bu durum yalnızca omuriliğin denetiminde gerçekleştiğinden farkında olunmayabilir.

Refleks hareketi omuriliğin görevi olmakla birlikte insan beyni omurilik üzerinde, dolaylı olarak da refleks üzerinde önemli bir kontrole sahiptir. Deriden alınan uyarılar omuriliğin arka kökünden girerek beyne iletilir. Beyinden gelen cevap niteliğindeki uyarılar ise omuriliğin ön kökünden çıkarak ilgili kas ve organı harekete geçirir. Buna **istemli refleks yayı** denir (Görsel 1.16). Örneğin, bir törendeki resmî geçit sırasında adımların sert atıldığı bir anda, sert ve sivri bir cismin üzerine basılmış olsa bükülme refleksi ile yürüyüş bozulacaktır. Beyin buna rağmen derhâl kontrolü ele alır, kişi refleksi önler ve dengeli yürüyüş için gerekli duruşu acıya rağmen devam ettirir.



Görsel 1.16: İstemli refleks yayı

Refleks kontrolleri omurilik sağlığının ölçülmesinde önemlidir. İnsanda omurilik zedelenirse omurilik sinirlerinin uğradığı zarara bağlı olarak bu sinirlerin kontrol ettiği vücut kısımları hareketsiz kalır. Felç geçiren kişinin zarar gören sinirleri, yeniden uyarılabilir. Zamanla refleksler güçlenir. Omuriliğin denetimindeki reflekslerin yeniden oluşmasını beyinden gelen sürekli uyarıların sağladığı düşünülmektedir.

2. Çevresel Sinir Sistemi

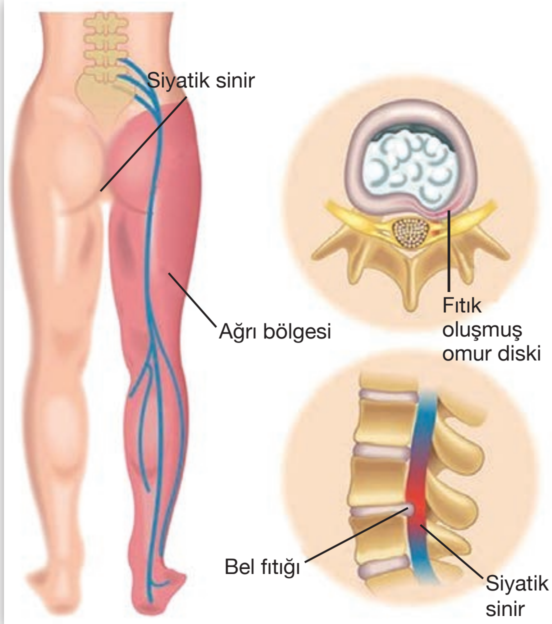
Çevresel sinir sistemi, reseptörler aracılığı ile iç ve dış ortamdan aldığı bilgileri merkezî sinir sistemine, merkezî sinir sisteminin verdiği emirleri ise ilgili kas ve bezlere iletir. Çevresel sinir sistemi, beyin ve omuriliğin dışındaki sinirlerden oluşur. Bu sinirler beyin ve omuriliğe giren duyu sinirleri ile beyin ve omurilikten çıkan motor sinirlerdir. Çevresel sinir sistemi, vücuda yayılmış sinirler ile bu sinirlerin hücre gövdelerinin oluşturduğu küme şeklindeki **gangliyon** denilen sinir düğümlerini içerir.

Beyinden 12 çift sinir çıkar. Bu sinirler özellikle baştaki duyu organları ile baş ve boyun bölgesindeki kasların çalışmasını düzenler. Aynı zamanda iç salgı bezleriyle de bağlantılıdır. En önemli sinir 10. çift beyin siniri olan **vagus siniri**dir. Vagus siniri; kalp, akciğer, pankreas, mide ve bağırsakların çalışmasını düzenler. Omurilikten ise 31 çift sinir çıkar. En önemlisi bacaklara giden **siyatik sinirler**dir (Görsel 1.17).

Çevresel sinir sisteminin motor nöronları görev ve işleyiş bakımından somatik sinir sistemi ve otonom sinir sistemi olarak iki grupta incelenir.

1. Somatik sinir sistemi: Beynin kontrolü altında, istemli hareketleri yöneten motor sinirler ile duyu sinirlerinden oluşan sinir sistemidir. Bu sinirlerin akson çapları geniştir ve miyelinlidir.

Sinirlerin hücre gövdeleri merkezî sinir sisteminde bulunur. Aksonları ise doğrudan istemli kaslara gider. İskelet kaslarının çalışmasını düzenleyerek yazı yazma, koşma gibi bilinçli davranışları kontrol eder.



Görsel 1.17: Siyatik sinirin çeşitli nedenlerle sıkışması bu sinirin geçtiği bölgelerde ağrı oluşturur.

2. Otonom sinir sistemi: Bu sistem istemsiz çalışır. Bazı salgı bezlerinin ve iç organların çalışmasını düzenler. Merkezî sinir sisteminden çıkan motor sinirlerden oluşur. Otonom sinirler çalışıyorsa beyin zarar görse de insan yaşamını sürdürebilir ancak bilinçli davranışların hiçbirini yapamaz. Bu durum **bitkisel hayat** olarak tanımlanır.

Ne Öğrendik

Denetleyici ve düzenleyici sistem ile ilgili olarak öğrendiklerinizi pekiştirmek için aşağıda verilen sözcükleri karşılarında belirtilen yapı ve görevlerle uygun şekilde eşleştiriniz.

1	Motor sinirler
2	Beyincik
3	Homeostazi
4	Miyelin
5	Omurilik
6	Hipotalamus
7	Omurilik soğanı
8	Nöron
9	Asetilkolin
10	Otonom sinirler

a	Organizmada kararlı ve dengeli iç çevrenin oluşturulması.
b	Refleksleri ve alışkanlık hareketlerini düzenleyen sinir merkezi.
c	Omurilik ile pons arasında yer alan arka beyin bölümü.
ç	Sinir hücresi.
d	Akson uçlarından salgılanan nörotransmitter madde.
e	Merkezi sinir sisteminden çıkan sinirler.
f	İstemsiz çalışan ve bazı salgı bezleri ile iç organların çalışmasını düzenleyen sinirler.
g	Ara beyindeki homeostazi merkezi.
ğ	Denge merkezi.
h	Bazı aksonlarda bulunan, impuls iletimini hızlandıran örtü.

1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	
9	
10	

Okuma Metni

İBN SİNA



Batı'da **Avicenna** (Evisena) olarak tanınan ünlü Türk İslam filozofu ve hekimi olan İbn Sina, Buhara'nın Afşana kasabasında doğmuş, İran'ın Hamedan şehrinde vefat etmiştir (980-1037). İbn Sina, çok küçük yaşlardan itibaren matematik, hukuk, mantık, felsefe ve tıp dersleri almıştır. 16 yaşında yeni tedavi yöntemleri geliştirerek, 19 yaşında ünlü bir doktor olmuştur.

İbn Sina, 18 yaşındayken Buhara hükümdarı Nuh bin Mansur'u tedavi ederek saray kütüphanesinden yararlanma olanağına kavuşmuştur. "El Kanun fı't -Tıb (Tıp Kanunu) ve Kitabü'ş-Şifa (İyileştirme Kitabı)" adlı eserleri 12. yüzyılda Latinceye çevrilmiş Batı ülkelerinde 16. yüzyılın, Doğu ülkelerinde ise 19. yüzyılın başlarına kadar okutulmuştur. Anatomi, koruyucu hekimlik, ilaçlar ve cerrahi yöntemlerle ilgili eserler yazmıştır. Özellikle kalp ve damar sistemi ile ilgili olanlar dikkat çekmiştir. Tarihte ilk defa tıp ve cerrahiyi ayrı disiplinler olarak değerlendirmiş, cerrahi tedavinin iyi olabilmesi için anatomi bilgisinin çok önemli olduğunu vurgulamıştır. Modern tıbbın doğuşuna kadar Doğu ve Batı'da, İslam dünyasında "Eş-Şeyhu'r-Reis" (baş üstat) olarak kabul edilmiştir.

Görme organı göz ile de ilgilenen İbn Sina, İbn Heysem gibi Göz-Işın kuramını savunmuştur. Üst göz kapağının dışa dönmesi, sürekli beyaz renge ya da kara bakıldığında oluşan kar körlüğü ile ilgili ayrıntılı açıklamalar yapmıştır.

İbn Sina ünlü tıp bilgini olmasının yanı sıra pek çok alanı kapsayan değerli eserler bırakmış bir filozoftur.

TÜBİTAK Yayınları 2003
(Düzenlenmiştir.)

11.1.1.2. Endokrin Bezleri ve Salgıladıkları Hormonlar

Endokrin bezler (iç salgı bezleri), salgılarını doğrudan kana veren kanalsız bezlerdir. Bu bezlerin salgılarına **hormon** denir. Hormonlar kanla taşınan kimyasal düzenleyicilerdir.

Her hormonun etkilediği belli bir hedef organı vardır. Hedef organlarda hormon ile bağlanabilen reseptör proteinler bulunur. Bu nedenle hormonlar kan ile tüm vücuda yayıldıkları hâlde sadece hedef organlarında etkilerini gösterir.

Sinir sistemi ile birlikte sistemlerin uyum içinde çalışmasını düzenleyen hormonlar genel olarak antagonist (zıt) çalışır. Bu düzenlemede hormonlardan biri organı uyarıcı etki yaparken diğeri uyarıyı ortadan kaldıracak şekilde etkisini gösterir.

Sinir sistemi ile endokrin bezler arasındaki etkileşime, hipofiz bezi ile hipotalamus arasındaki ilişki örnek verilebilir.

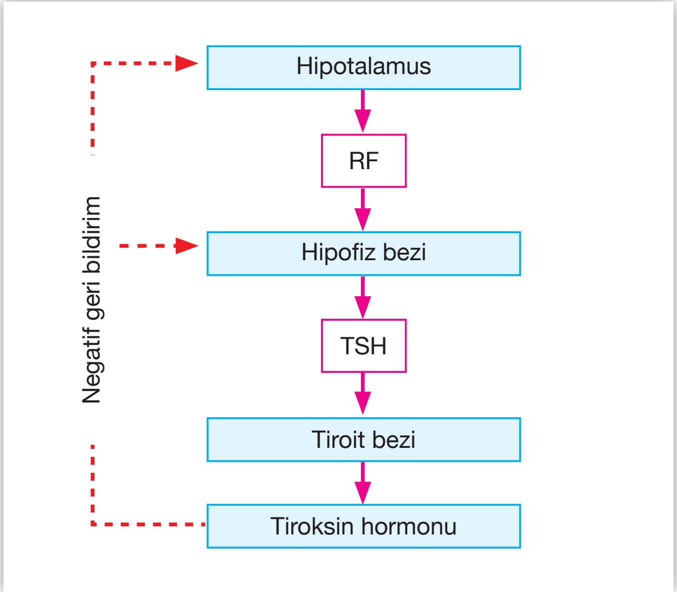
Hipotalamus-Hipofiz İlişkisi

Ara beyinde bulunan hipotalamus, hipofiz bezinin hormon salgılamasını denetleyen ve uyaran sinir merkezidir. Hipotalamus ince bir uzantı ile hipofiz bezine bağlıdır. Hipotalamus tarafından üretilen ve salgılatıcı faktör olarak tanımlanan **RF** (Releasing Faktör) salgısı kan ile hipofize taşınır ve hipofiz bezini hormon salgılaması için uyarır. Hipofiz bezinin salgıladığı hormonun kandaki oranı arttığında ise hipotalamus uyarılır ve RF salgısı durur. Hipofizden hangi çeşit hormonun salgılanacağını hipotalamus tarafından üretilen RF salgısının çeşidi belirler.

Hipotalamus RF ile hipofizi, hipofiz de diğer endokrin bezleri uyarır. Endokrin bezler tarafından salgılanan hormonların kandaki miktarı da hipotalumusu ve hipofizi etkiler. Böylece gerçekleşen karşılıklı etkileşime **geri bildirim** denir. Bu olay, pozitif geri bildirim ya da negatif geri bildirim şeklinde gerçekleşir. Pozitif geri bildirim hormon üretimini sağlarken negatif geri bildirim hormon üreten bezin işlevini baskılar. Böylece hormonun kandaki miktarı düzenlenir.

Örneğin, tiroit bezinden salgılanan tiroksin hormonunun miktarı kanda azaldığı zaman hipotalamus uyarılır. Bu durumda hipotalamus, RF faktörü ile hipofizi uyarır. Hipofiz uyarıldığında TSH (Tiroit uyarıcı hormon) salgılar. TSH, tiroit bezini hormon salgılaması için uyarır. Tiroit bezi tiroksin salgılar. Kanda tiroksin hormonu arttığında ise hipotalamus ve hipofiz uyarılır. Hipotalamus RF salgısını, hipofiz ise TSH salgısını durdurur (Görsel 1.18).

İnsanda bulunan başlıca endokrin bezler; hipofiz, tiroit, paratiroit, böbrek üstü bezleri, eşeysel bezler, pankreas, epifiz ve timüs bezleridir.

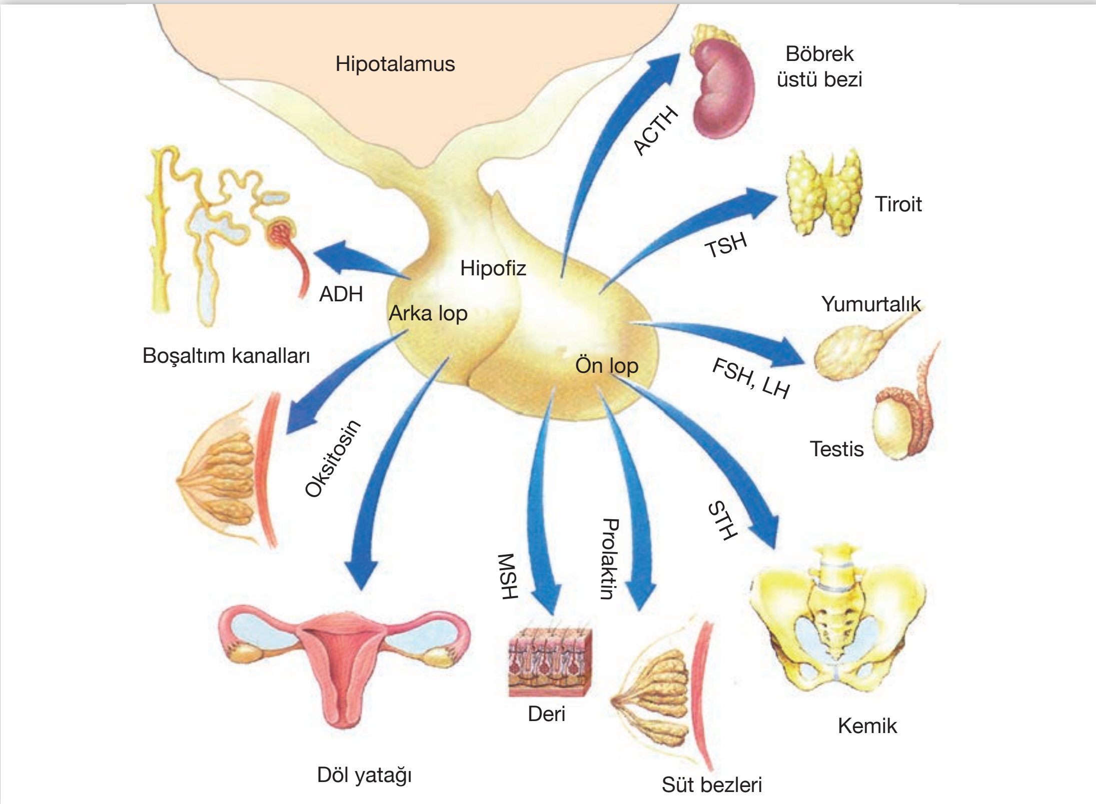


Görsel 1.18: Hipotalamus, hipofiz ve tiroit bezi arasındaki geri bildirim mekanizması

A. Hipofiz Bezi

Ara beyinde bulunan hipofiz bezi, vücudumuzdaki diğer endokrin bezlerin salgılarını kontrol ettiği için temel bez olarak kabul edilir. Hipofiz bezi ince bir uzantı ile hipotalamusa bağlıdır. Hipofiz bezi, ön

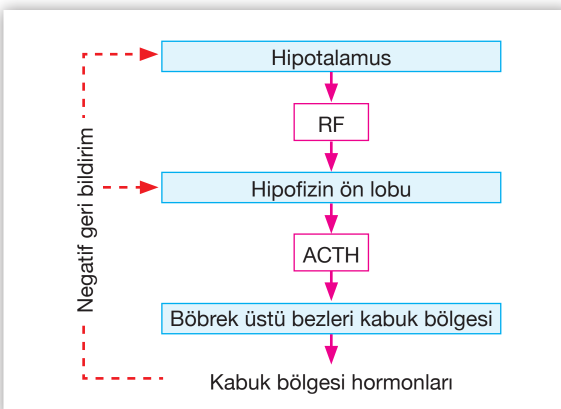
ve arka olmak üzere iki loptan oluşur. Her iki kısım sinir sistemi ile etkileşim içinde olup farklı hormonlar salgılar (Görsel 1.19).



Görsel 1.19: İnsanda hipofiz bezi hormonları ve etkilediği vücut kısımları

1. Hipofiz bezinin ön lop hormonları: Hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan hormonlar aşağıda açıklanmıştır.

Adrenokortikotropik hormon (ACTH): Böbrek üstü bezlerinin kabuk bölgesini uyarır. Steroit yapılı hormonların (aldosteron, kortizol, eşey hormonları) üretilmesini ve salgılanmasını düzenler. Kabuk bölgesinin hormonları kanda arttığında hipotalamus ve hipofiz uyarılır, ACTH salgısı azalır (Görsel 1.20).



Görsel 1.20: Hipotalamus, hipofiz ve böbrek üstü bezleri arasında geri bildirim mekanizması

Tiroit uyarıcı hormon (TSH): Tiroit bezinin gelişmesini ve hormon salgılamasını düzenler.

Büyüme hormonu (STH): Hedef organı tüm vücut hücreleridir. Bağ dokusunun, özellikle kemiklerin büyümesini kontrol eder. Protein sentezini hızlandırır. Büyüme hormonu çocukluktan itibaren az

salgılandığında cücelik, çok salgılandığında devlik oluşur (Görsel 1.21.a). Ergenlik tamamlandıktan sonra büyüme hormonunun fazla salgılanması ise çene, alın, burun, parmak, kulak gibi yapılarda orantısız büyümeye neden olur. Buna **akromegali** denir (Görsel 1.21.b).



a)



b)

Görsel1.21: a) Cücelik ve devlik, b) Akromegali ile oluşan şekil bozukluğu

Folikül uyarıcı hormon (FSH): FSH, dişilerde yumurtalıktaki folikülleri etkileyerek her ay bir folikülün gelişmesini ve ikincil oositin oluşmasını sağlar. İkincil oosit, olgunlaşan folikülden yumurta kanalına bırakılan hücredir. Ayrıca olgunlaşan folikül hücrelerinden salgılanan östrojen hormonu dişiye özgü özelliklerin ortaya çıkmasında rol oynar. Erkeklerde ise FSH sperm oluşumunu başlatır.

Lüteinleştirici hormon (LH): Folikül hücresinin çatlamasını ve içinde gelişen ikincil oositin yumurta kanalına geçmesini sağlar. Çatlamış folikül ise korpus luteum denilen beze dönüşerek az miktarda östrojen, çok miktarda progesteron hormonu salgılar. LH, erkeklerde spermlerin olgunlaşmasından ve testosteron hormonunun salgılanmasından sorumludur.

Prolaktin (PRL): Gebelikte süt bezlerinin gelişmesini, doğumdan sonra süt salgılanmasını sağlar. Ayrıca analık duygusunun gelişiminde de etkilidir.

Melanosit uyarıcı hormon (MSH): MSH, derideki melanosit hücrelerini uyararak melanin pigmentinin sentezini sağlar. Deri rengini koyulaştırır.

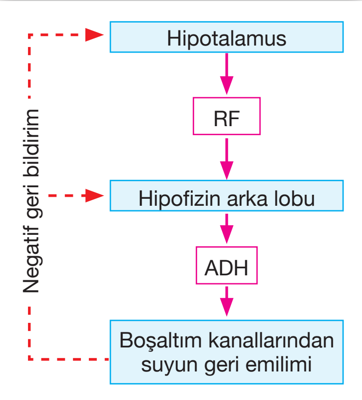
2. Hipofiz bezinin arka lop hormonları: Bu hormonlar hipotalamus tarafından üretilerek sinir hücrelerinin aksonları ile hipofizin arka lobuna taşınır ve burada depo edilir. Gerektiğinde kana verilir. Antidiüretik hormon (ADH=Vasopressin) ve oksitosin hormonu hipofizin arka lobundan salgılanan hormonlardır.

Antidiüretik hormon: Böbreklerden suyun geri emilmesini sağlayarak vücudun su dengesini ve idrar yapımını düzenler. ADH salgılanmasını düzenleyen en önemli etken kanın osmotik basıncıdır. Vücut hücrelerinin su miktarı azaldığında kanın osmotik basıncı artar ve hipotalamusta bulunan osmotik basınca duyarlı osmoreseptörler uyarılır. Buna bağlı olarak hipotalamus hipofizi uyarır ve ADH salgılanarak boşaltım kanallarından suyun geri emilimi artırılır.

Vücuttaki su miktarının artması kanın osmotik basıncını düşürür. Damarlarda bulunan gerilme reseptörleri uyarılarak ADH salgısı azaltılır. Böylece boşaltım kanallarından suyun geri emilimi azalır, idrarla su kaybı artar ve vücudun su dengesi düzenlenir (Görsel 1.22).

ADH yetersizliğinde boşaltım kanallarından yeterli miktarda suyun geri emilimi gerçekleşemez. Çok sık idrara çıkma ve buna bağlı olarak çok su içme isteği oluşur. Bu duruma **şekersiz şeker hastalığı** denir.

Oksitosin: Döl yatağı kaslarının kasılmasını kontrol eder. Doğumu kolaylaştırır. Doğum sonrasında ise meme bezlerini uyararak sütün boşaltılmasında etkilidir.

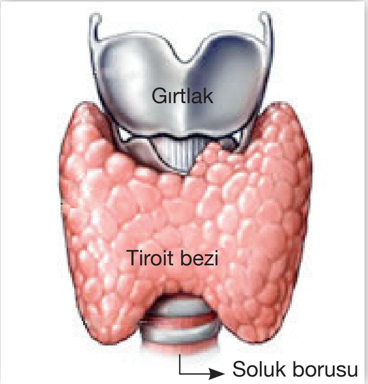


Görsel 1.22: Vücudun su dengesinin düzenlenmesi

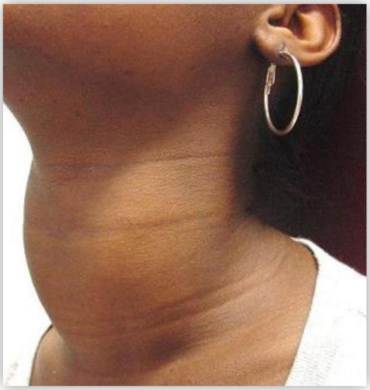
B. Tiroit Bezi

İnsanda gırtlağın altında soluk borusunun iki yanında yer alan pembe renkli, kelebek şeklinde bir bezdir (Görsel 1.23.a). Tiroit bezi homeostazinin sağlanmasında önemli rol oynar. Hormonları tiroksin ve kalsitonindir.

Tiroksin: Tiroksin, metabolik hız (belli bir sürede harcanan enerji miktarı), kalp atım hızı, kan basıncı ve soğuğa dayanma gibi birçok vücut işlevini kontrol eden bir hormondur. Aynı zamanda büyüme ve sinir sisteminin gelişmesi için elzemdir. Bu hormonun sentezi için iyot gereklidir. İyot yetersizliğinde yeterli tiroksin hormonu üretilemez. Kanda tiroksin miktarı azalırsa hipofiz TSH salgısını artırarak tiroit bezini, tiroksin hormonu üretmesi için uyarır. Bu durumda tiroit bezinin folikülleri büyür ve şişer. Yetişkinlerde ortaya çıkan bu durum **basit guatr** hastalığı olarak tanımlanır (Görsel 1.23.b). Bu hastalığa daha çok dağlık alanlarda yaşayan insanlarda rastlanmaktadır. Kaynak sularına ya da tuza iyot katılarak önlem alınabilir.



a)



b)

Görsel 1.23: a) Tiroit bezi, b) Basit guatr

Çocukluktan itibaren tiroksin az salgılanırsa cücelik ve zekâ geriliğine neden olan **kretenizm** hastalığı oluşur. Ergin dönemde tiroksinin az salgılanması metabolizmanın çalışmasını yavaşlatır. Vücut sıcaklığı düşer ve şişmanlık oluşur. Deri kurur, saçlar dökülür. Bu hastalığa **miksodema** denir.

Tiroksin hormonunun fazla salgılanması durumunda ise metabolizma hızlanır ve oksijen kullanımı artar. Eşeysel olgunluğa erken ulaşılır. Çabuk sinirlenme, kilo kaybı ve göz küresinin ileriye doğru çıkması gibi sonuçlara neden olur.

Kalsitonin: Kalsitonin, paratiroit bezinin hormonu ile birlikte kandaki kalsiyum miktarının düzenlenmesinde rol oynar. Kanda kalsiyum miktarı yükseldiği zaman tiroit bezinden kalsitonin hormonu salgılanır.

Kalsitonin, kandaki kalsiyumun kemiklere geçmesini sağlar. Aynı zamanda kalsiyumun böbreklerden geri emilimini azaltır ve böylece idrarla daha fazla kalsiyum atılımı sağlanır. Kalsitonin hormonu, hipofizden salgılanan büyüme hormonu ile birlikte kemiklerin uzamasında etkilidir.

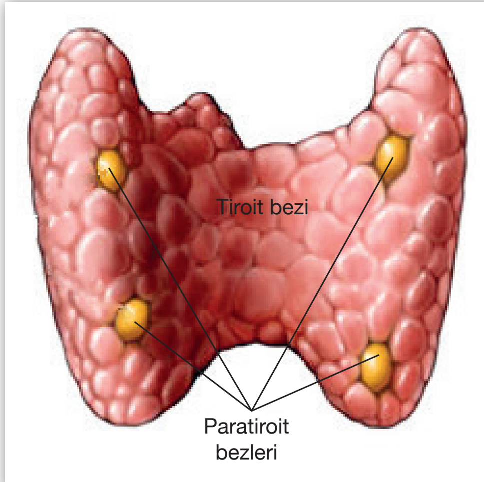
C. Paratiroit Bezi

Tiroit bezinin arka yüzüne gömülmüş dört küçük bezdir (Görsel 1.24). Paratiroit bezi, kanda kalsiyum miktarı azaldığı zaman parathormon salgılar.

Parathormon: Kemiklerden kana kalsiyum geçişini artırır. Böbreklerde ve bağırsaklarda kalsiyum emilimi artar. Fosfatın böbrekten atılımını hızlandırır.

Parathormon az salgılandığında kanda kalsiyum miktarı azalır. Kalsiyum eksikliğine bağlı olarak sinir ve kas hücrelerinin duyarlılığı artar. Kaslarda **tetani** adı verilen ağrılı kasılmalar oluşur. Eğer kasılmalar yutakta olursa ölümle sonuçlanabilir.

Parathormon fazla salgılandığında ise kemikten kana kalsiyum geçişi artar. Buna bağlı olarak kemikler zayıflar, şekilleri bozulur. Fazla kalsiyum böbreklerde fosfat iyonları ile birleşerek böbrek taşlarının oluşumuna neden olur.

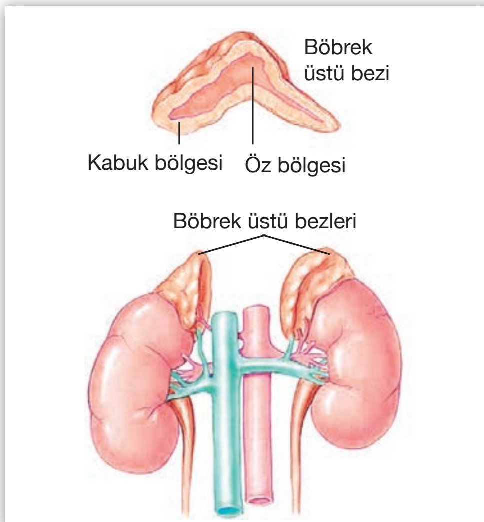


Görsel 1.24: Tiroit bezinin arka yüzünde bulunan dört küçük paratiroit bezi

Ç. Böbrek Üstü Bezleri

Her iki böbreğin üst tarafında zengin kan damarlarına sahip bezlerdir. Bu bezler, dışta kabuk (korteks), içte öz (medulla) bölgesi olmak üzere iki kısımdan oluşur (Görsel 1.25).

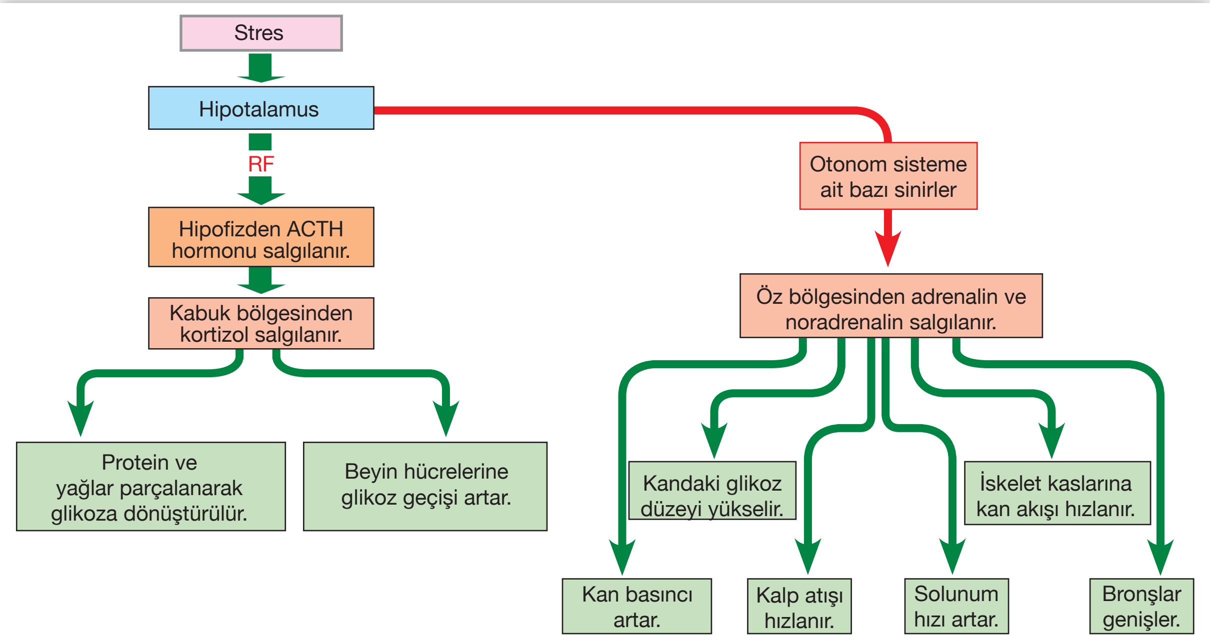
1. Öz bölgesi: Böbrek üstü bezlerinin öz bölgesinden iki hormon salgılanır. Bunlar adrenalin (epinefrin) ve noradrenalin (norepinefrin) hormonlarıdır.



Görsel 1.25: Böbrek üstü bezleri

Adrenalin: Bu hormonun kandaki miktarı heyecan, korku gibi durumlarda artar. Bu nedenle stres hormonu olarak da bilinir. Stresli durumlarda öz bölgesi uyarılır ve kana daha fazla adrenalin salgılanır. Bunun sonucunda kan basıncı artar, kalp atışı hızlanır. Kas ve karaciğerdeki glikojenin glikoza dönüşümü hızlanır. Karaciğerdeki glikoz kana geçerek kandaki glikoz miktarının artmasına neden olur. Kan damarları genişler, göz bebekleri büyür, saç ve deri diplerindeki kasların kasılması ile tüyler dikleşir, soluk alıp verme hızlanır. Beyne giden kan oranı ve yorgunluğa karşı direnç artar. Kanın

pıhtılaşma süresi kısalır. Derideki kılcal damarlar büzülür. Korktuğumuzda rengimizin sararması bu nedenledir (Görsel 1.26).



Görsel 1.26: Stresin organizma üzerindeki etkisi

Noradrenalin: Kılcal damarları daraltarak kan basıncını artırır. Yüksek tansiyon ve kalp rahatsızlığı olan insanlara ani haberler verildiğinde adrenalin ve noradrenalin oranı artacağından kalp krizi, beyin kanaması, felç gibi olumsuzlukların ortaya çıkma riski artar.

2. Kabuk bölgesi: Böbrek üstü bezlerinin kabuk bölgesinden aldosteron, kortizol ve eşey hormonları salgılanır.

Aldosteron: Böbreklerden sodyum ve klor iyonlarının geri emilimini, potasyum iyonunun idrarla dışarı atılmasını sağlar. Böylece hücre içi ve hücre dışı sıvıların iyon derişimini düzenler. Aldosteron yeterli salgılanmazsa vücut sıvısının su ve iyon dengesi bozulur. Deri rengi koyulaşır ve tunç rengini alır. Kaslar zayıflar, kan basıncı azalır ve kanın asitlik oranı artar. Bu hastalığa, **Addison hastalığı** denir. Aldosteron fazla salgılanırsa kan basıncı artar. Kas zayıflığı oluşur.

Kortizol: Protein, yağ ve karbonhidrat metabolizmasını düzenler. Karaciğerde protein ve yağların parçalanarak glikoza dönüşümü sağlanır. Bu durum kanda glikoz düzeyini yükseltir. Kortizolün bağışıklık sistemini baskılayıcı etkisi vardır. Kortizol; yaralanma, enfeksiyon, alerji durumlarında tedavi amaçlı kullanılır.

Eşey hormonları: Erkeklerde testislerden salgılanan testosteron hormonu ile dişilerde yumurtalıktan salgılanan östrojen ve progesteron hormonları böbrek üstü bezi kabuk bölgesinden de salgılanır. Ancak bu hormonların seviyeleri gözardı edilecek kadar düşüktür. Testosteron hormonunun fazla salgılanması erkeklerde ergenliğe normalden önce ulaşılmasına, dişilerde ise bazı erkeksi özelliklerin ortaya çıkmasına neden olur. Sakal çıkar, ses kalınlaşır ve rahim körelir.

D. Eşeysel Bezler

Dişilerde, yumurtalıktan östrojen ve progesteron hormonu; erkeklerde ise testislerden testosteron hormonu salgılanır.

Östrojen: Hipofizden salgılanan FSH'nin yumurtalığı uyarması ile kana verilir. Dişilerde sesin incelmesi, göğüs, kalça ve üreme organlarının gelişmesi gibi ikincil eşey karakterleri üzerinde etkilidir. Adet döngüsü (menstrüasyon), yumurta oluşumu, meme bezlerinin gelişimi bu hormona bağlı olarak gerçekleşir.

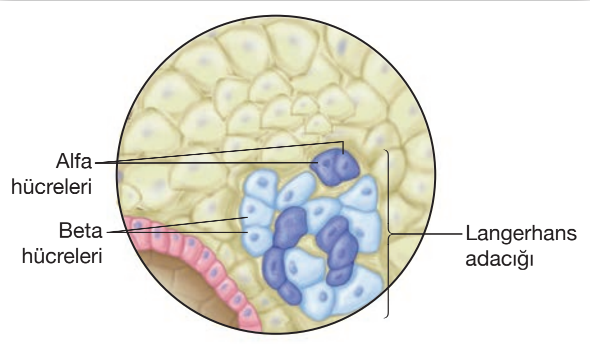
Progesteron: Hipofizden salgılanan LH'nin yumurtalığı etkilemesi ile salgılanır. Döl yatağını her ay döllenme olasılığına karşı geliştirir. İkincil oosit döllenirse embriyonun döl yatağına tutunmasına ve gelişmesine yardımcı olur. Gebelik hormonu olarak da bilinir.

Testosteron: Hipofizin FSH ve LH hormonlarının etkisiyle salgılanır. İkincil eşey özelliklerin oluşması üzerinde etkilidir. Sakal ve bıyık çıkması, kıllanma, ses kalınlaşması, kasların ve yardımcı eşey yapıların (prostat bezi, sperm kesesi, penis) gelişmesi üzerinde etkilidir.

E. Pankreas

Pankreas hem ekzokrin bez hem de endokrin bez olarak görev yaptığından karma bez olarak adlandırılır. Sindirim enzimlerini bir kanal ile oniki parmak bağırsağına gönderdiğinden ekzokrin bez, langerhans adacıklarındaki beta hücrelerinden insülin, alfa hücrelerinden glukagon hormonlarını salgılayarak kana verdiğinden endokrin bezdir (Görsel 1.27).

İnsülin ve glukagon, etkileri birbirine zıt olan hormonlardır.



Görsel 1.27: Pankreasın hormon üreten hücreleri

İnsülin: Kan glikoz düzeyi, normal sınırın üzerine çıktığında fazla glikozun vücut hücrelerine geçişini uyarır. Kas ve karaciğer hücrelerine geçen glikoz, hücrelerde enerji amaçlı tüketilirken bir kısmı da glikojen hâlinde depo edilir. Böylece kan glikoz düzeyi normal sınırlarında tutulur. İnsülin yetersizliğinde hücrelere glikoz geçemez, kan glikoz düzeyi yükselir ve **şeker hastalığı** oluşur. Bu kişilerin idrarında glikoza rastlanır. İdrarda glikoza rastlanması glikozla beraber su atılımını da artırır. Bu durumda idrarla fazla miktarda su kaybedilir ve çok su içme ihtiyacı oluşur. Hücreler glikozu alamadığından enerji gereksinimi için protein ve yağları tüketmek zorunda kalır. Bu nedenle kişide kilo kaybı görülür. Yağların yıkımından dolayı artan asidik ürünler kanın pH değerini etkiler ve yaşamı tehlikeye sokar. Kandaki glikoz düzeyinin artması bakterilerin üremesi için uygun ortam oluşturduğundan vücutta oluşan herhangi bir enfeksiyonlu hastalığın iyileşme süresi uzar, yaralar geç iyileşir. Sinirlerin harabiyetine bağlı olarak hafıza zayıflığı, kısmi felç, geceleri ayak ağrıları ve kramplar görülür. **Yüksek şeker** (hiperglisemi) uzun sürede kalp, damar hastalıkları, böbrek yetmezliği, görme bozuklukları, katarakt ve siroz gibi hastalıklara da neden olabilmektedir.

İnsülinin fazla miktarda salgılanması kandaki kan glikoz düzeyinin normal sınırın altına düşmesine neden olur. Bu durum **düşük kan şekeri** (hipoglisemi) olarak tanımlanır. Hipoglisemi durumunda baş ağrısı, baş dönmesi, terleme, bulanık görme ve baygınlık hissedilir. İleri durumlarda bilinç kaybına neden olabilir.

Glukagon: Kan glikoz düzeyi normal sınırın altına düştüğünde glukagon salgılanır. Glukagon, karaciğerdeki glikojenin glikoza dönüşümünü sağlar. Glikozun kana geçmesi ile kan glikoz düzeyi yükselir. Glukagon az salgılanırsa hücrelerden yeteri kadar glikoz kana geçemez ve kan glikoz düzeyi düşer. Fazla salgılanması ise kan glikoz düzeyinin artmasına neden olur.

F. Epifiz

Ara beyinde talamusun üst yüzeyinde yer alır. Epifiz bezi hormonları büyüme ve eşeysel olgunlaşmayı düzenler. Epifizin iyi gelişmemiş olması eşeysel özelliklerin erken gelişmesine neden olur.

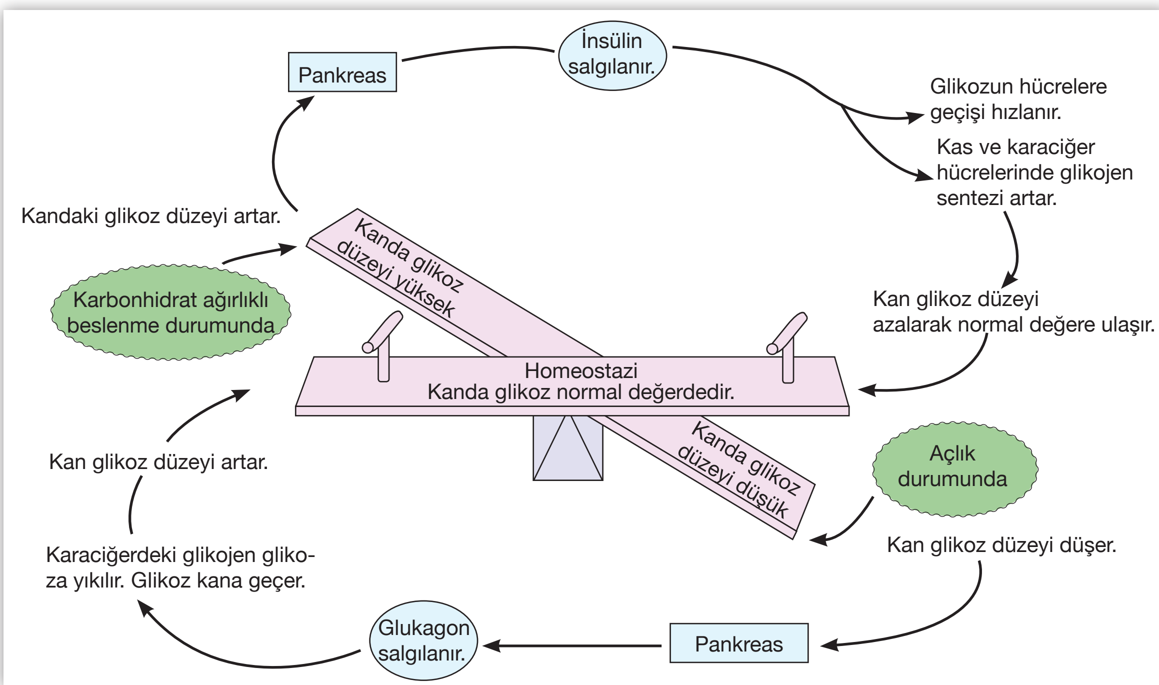
G. Timüs

Göğüs bölgesinde soluk borusunun önünde yer alır. Timüs bezi salgıladığı **timozin** hormonu ile özellikle T lenfositlerin olgunlaşmasında etkilidir. Bu nedenle vücudun savunma sisteminde önemli rol oynar. Timüs bezi çocukluk döneminde büyüme ve gelişme üzerinde etkilidir. Yaşın ilerlemesiyle timüs bezi küçülür. Kaygı, stres gibi duygu durumundaki değişiklikler timüs bezininin aktivitesini azaltır.

Homeostazi

Homeostazi kelimesinin kökeni Yunancadır. Homoios (benzer) ve statos (denge) kelimelerinin bir araya gelmesinden oluşmuştur. Organizmada kararlı ve dengeli iç çevrenin oluşturulması ile canlılığın devamının sağlanması **homeostazi** olarak tanımlanır. Homeostazi, tüm sistemlerin düzenli bir şekilde birlikte çalışması ile mümkündür. Kan glikoz düzeyi, vücut sıcaklığı, kan kalsiyum düzeyi, kan basıncı, kan pH düzeyi gibi temel fizyolojik değişkenlerin belirli sınırlar içinde tutulması homeostazinin sağlanabilmesi açısından oldukça önemlidir. Bunun için geri bildirim mekanizmasının sağlıklı çalışması gerekir.

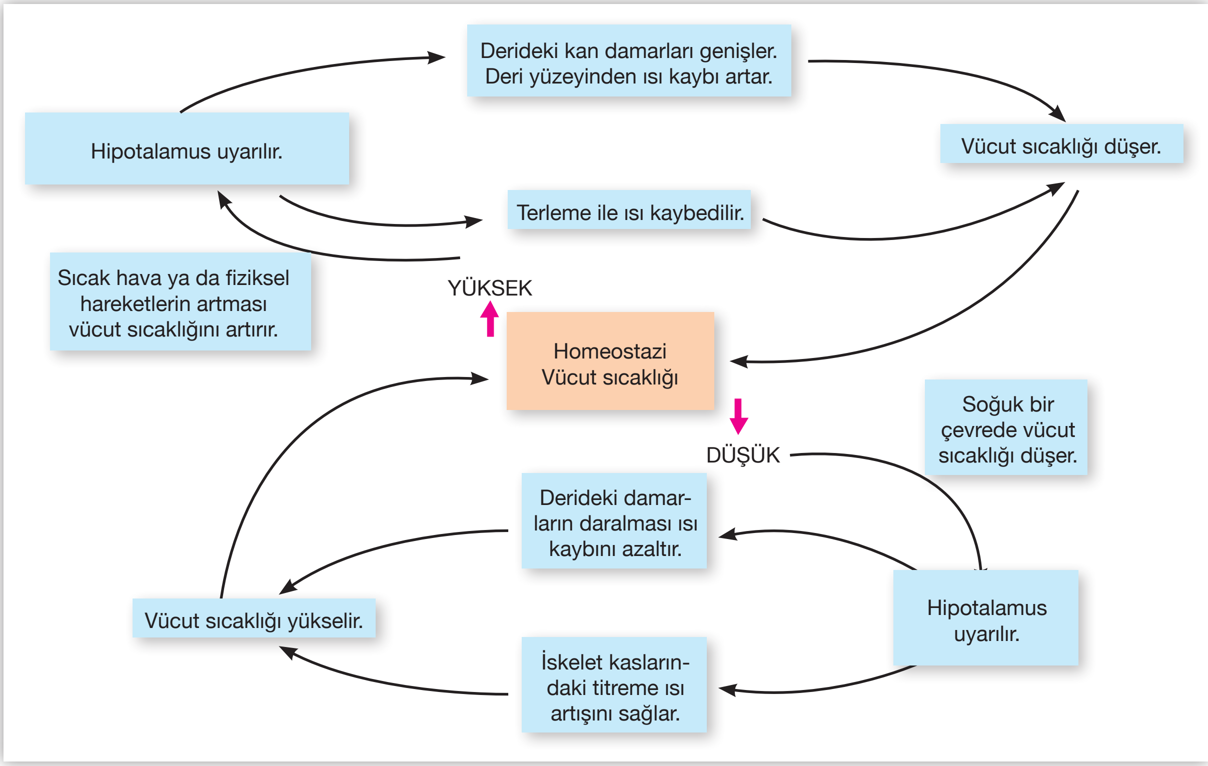
Örneğin pankreasın insülin ve glukagon hormonlarının karşılıklı etkileşimi ile kan glikoz düzeyi normal sınırlar içinde tutulur (Görsel 1.28).



Görsel 1.28: Kanda glikoz miktarının düzenlenmesi

Kan pH düzeyinin ayarlanması, homeostatik denge için çok önemlidir. Çünkü kan pH düzeyinde oluşan değişiklikler, enzimlerin görev yapmasını engelleyeceğinden ölümle sonuçlanabilir (Kanın ortalama pH değeri 7,4'tür.). Örneğin kanda karbondioksit miktarının artması ile kan pH'ı düşer. Kanın asitlik değeri artar ve omurilik soğanı uyarılır. Soluk alıp verme hızlanır ve karbondioksit vücuttan uzaklaştırılır.

Vücut sıcaklığının belli değerler arasında tutulması, canlının yaşamını sürdürebilmesi için gereklidir. Bu işlevin gerçekleşmesinde ara beyinde bulunan hipotalamus rol oynar (Görsel 1.29).



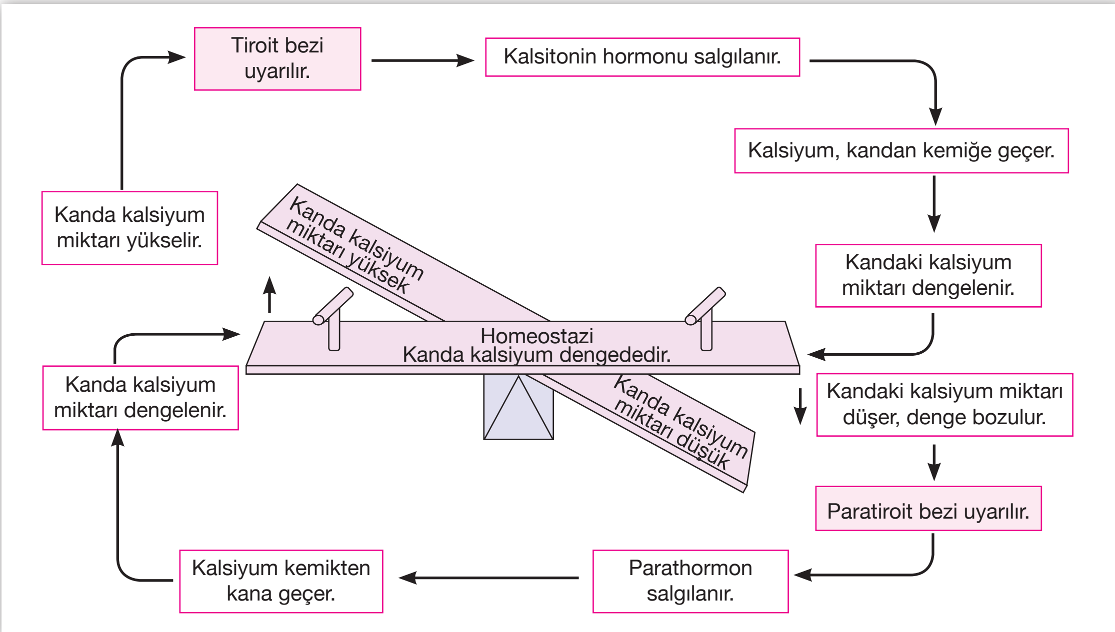
Görsel 1.29: Vücut sıcaklığının düzenlenmesi

Ortam sıcaklığı canlının vücut sıcaklığının altında ise bir miktar ısının kaybedilmesiyle vücut sıcaklığı düşer ve hipotalamus uyarılır. Hipotalamusun uyarılması deriye kan götüren damarların daralmasını sağlayarak kan akışını azaltır. Buna bağlı olarak deri yüzeyinden ısı kaybı azalır. Ayrıca soğukta, iskelet kaslarının aşırı uyarılması ile oluşan titreme hareketi metabolik ısı üretimini artırır. Böylece vücut sıcaklığı normal düzeye yükselir.

Ortam sıcaklığının canlının vücut sıcaklığından yüksek olduğu durumlarda ya da fiziksel hareketlerin artması durumunda ise vücut sıcaklığı yükselir ve hipotalamusun uyarılması ile kan damarları genişler. Soluk alıp verme ve terleme artar. Bunun sonucunda bir miktar ısının kaybedilmesiyle vücut sıcaklığı normal düzeye iner.

Tiroit ve paratiroit bezi hormonları da homeostazinin sağlanmasında rol oynar. Tiroit bezinin kalsitonin hormonu kandaki kalsiyumun kemiklere geçmesini sağlarken paratiroit bezinin parathormonu kemiklerden kana kalsiyum geçişini sağlar.

Parathormon ve kalsitonin hormonlarının karşılıklı etkileşimi ile kandaki kalsiyum miktarı düzenlenir (Görsel 1.30).



Görsel 1.30: Tiroit ve paratiroit bezlerinin hormonları kandaki kalsiyum oranını düzenler.

Ne Öğrendik

Aşağıdaki tabloda verilen hormonların salgılandığı yerler ve fizyolojik etkileri belirtilmiştir. Öğrendiklerinizden yararlanarak doğru eşleştirmeyi yapınız.

	Hormon			Salgılandığı yer	Fizyolojik etki
A	Tiroksin			1. Pankreas	a. Kemik ve dişlerden kana kalsiyum geçişi, fosfatın idrarla atılması
B	Kortizol			2. Böbrek üstü bezleri	b. Kanda glikoz miktarının düzenlenmesi
C	Folikül uyarıcı hormon			3. Paratiroit bezi	c. Yumurta ve sperm oluşumu
Ç	Parathormon			4. Hipofiz bezi	ç. Hücrelerde metabolizmanın düzenlenmesi
D	İnsülin			5. Tiroit bezi	d. Protein ve yağların karbonhidratlara dönüşümünün sağlanması

Okuma Metni

DİYABET

Diyabet, kandaki glikoz düzeyini düzenleyen pankreas hormonlarının düzenli salgılanmaması veya hücre zarındaki reseptörlerin bozulmasına bağlı olarak glikozun hücre içine alınamaması ile gelişen bir hastalıktır. Diyabete neden olan etmenler genellikle dengesiz beslenme, şişmanlık, stres ve kalıtımdır.



Dengeli beslenmede sebze ve meyve tüketimi önemlidir.

Düzensiz yapılan ve sık tekrarlanan diyetler, alkol kullanımı, fiziksel aktivitenin azlığı, stres, hastalıklar, ilaçlar ve hormon düzeylerindeki değişiklikler gibi birçok faktör kandaki glikoz düzeyini etkiler.

Diyabetli kişilerin kandaki glikoz düzeyi düzenli aralıklarla kontrol edilmelidir. Böylece hastanın kullanacağı ilaç düzeyi ayarlanabilir. Kan glikoz düzeyi miligram/desilitre (mg/dl) olarak ifade edilir. Sabah açlık durumunda kan glikoz düzeyinin 100 mg/dl, toklukta ise 140 mg/dl olması normaldir. Kan glikoz düzeyi eşik değeri aştığında idrarda glikoza rastlanır.

Diyabetli kişilerin kandaki glikoz düzeyini normal değerlerde tutabilmelerinde beslenme önemli bir faktördür. Bu hastaların beslenme programları diyetisyen tarafından kişiye özel olarak hazırlanır. Kişinin yaşına, kilosuna, mesleğine, fiziksel aktivitesine, sosyoekonomik durumuna göre beslenme programı oluşturulur. Ayrıca doktorun önerdiği şekilde düzenli yapılan egzersizlerle kan glikoz düzeyi normal değerine düşürülür.

Türkiye Diyabet Vakfı
turkdiab.org/diyabet-hakkinda-hersey.asp?lang=TR&id=51
(Düzenlenmiştir.)

Sıra Sizde

Diyabetin kontrol edilememesinin olası sonuçlarını araştırınız. Çevrenizdeki ya da okulunuzdaki diyabet hastaları ile söyleşi yapınız. Hastalığın, bu kişilerin günlük yaşantılarını nasıl etkilediğini ve aldıkları önlemleri öğrenmeye çalışınız. Edindiğiniz bilgileri arkadaşlarınızla paylaşınız. Hormonların, diyabet hastalarının yaşam kalitesi üzerine etkilerini tartışınız.

11.1.1.3. Sinir Sistemi Rahatsızlıkları

Homeostazinin sürekliliğinin sinir sisteminin düzenli çalışmasına bağlı olduğunu biliyorsunuz. Bu bölümde sinir sistemi sağlığının bozulmasını etkileyen etmenleri ve sinir sistemi rahatsızlıklarını öğreneceksiniz.

Sinir sisteminde oluşan bazı olumsuzluklar doku ve organlarda fonksiyon bozukluklarına neden olarak çeşitli rahatsızlıkları ortaya çıkarır. Bu rahatsızlıklara örnek olan multipl skleroz, epilepsi, parkinson, alzheimer ve depresyon açıklanmıştır.

Multipl skleroz (MS): Beyin ve omurilik sinirlerinin koruyucu kılıfı olan miyelin kılıfın iltihaplanması veya zarar görmesi durumunda oluşur. Miyelin kılıfın zarar gören kısımlarında oluşan ve plak olarak adlandırılan sertleşmeler uyartıların iletimini engeller. Hâlsizlik, uyuşma, duyu eksikliği, denge bozukluğu, titreme gibi olumsuzluklar görülür.

Ağır seyreden solunum ve idrar yolu gibi enfeksiyonların en kısa sürede, etkili ve uygun ilaçlarla tedavi edilmesi önemlidir. Hızlı kilo verme, dengesiz yapılan diyetler, sık tekrarlayan enfeksiyonlar, bağışıklık sisteminin zayıf olması beyin omurilik sinirlerinin hassasiyetini artırmaktadır.

Epilepsi (Sara): Nöronların aşırı uyarılması sonucu ortaya çıkan yüksek elektriksel akıma bağlı olarak beyin hücrelerinin normal işlevlerini yapamaması durumudur. Uyarıların beyin bölgesindeki yerine göre görme korteksinde ışık çakmaları, görsel ya da koku halüsinasyonları, titreme görülebilir.

Epileptik nöbetler birkaç saniye sürer ve her nöbette bilinç kaybı oluşmaz. Beyin damarlarının tıkanıklığı, menenjit gibi beyin enfeksiyonları, beyin tümörleri, kafa yaralanmaları, alzheimer hastalığı beyin metabolizmasını bozduğundan epilepsi oluşmaktadır.

Parkinson: Beyindeki hücrelerin işlev kaybı ve ölümü ile ortaya çıkan bir sinir sistemi rahatsızlığıdır. Beyindeki bazı sinir hücrelerinde üretilen dopamin hormonu, bu hücrelerin dejenerasyonu ve ölümü ile yeterli oranda üretilemez. Dopamin, sinir hücreleri arasında mesaj iletimini ve vücut dengesini sağlar. Yeterli üretilememesi ile sinir hücreleri arasında iletişim bozukluğu oluşur. Buna bağlı olarak motor sinirler düzenli çalışamaz ve titreme, hareketlerin yavaşlaması, denge bozukluğu gibi sorunlar ortaya çıkar.

Alzheimer (Alzaymır): Genellikle yaşlılıkta ortaya çıkan ve tüm bilinçli davranışların bozulmasına neden olan bir sinir sistemi rahatsızlığıdır. En erken belirtisi hafıza kaybıdır. Beyin hücrelerinde anormal protein birikimi, beyin hücrelerinin ölümüne neden olur ve beyin küçülür. Bu durum sonucu sinirler arası iletişim bozulur (Görsel 1.31). Alzheimer unutkanlık, gündelik işleri yapamamak (yemek yapmak, alışveriş yapmak gibi), kelimeleri hatırlamakta zorlanmak, eşyaların yerini karıştırmak, tarihleri hatırlayamamak gibi belirtilerle kendini gösterir.



a) Normal beyin *b) Alzheimerlı beyin*

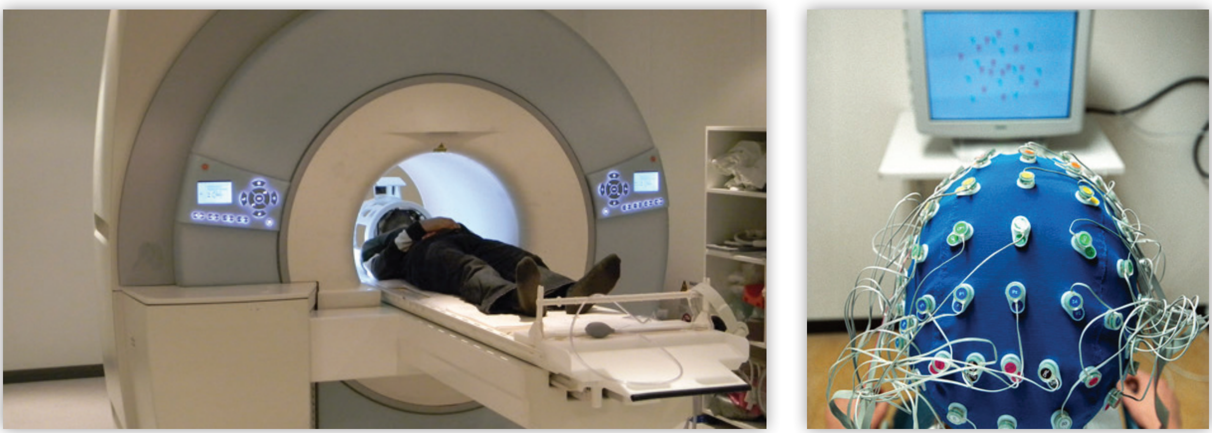
Görsel 1.31: a) Sağlıklı, b) Alzheimer hastası bireylerde beyin yapısı

Depresyon: Duygusal, ruhsal ve fiziksel bazı belirtilerle kendini gösteren duygu durumu bozukluğudur. Büyük üzüntülere neden olan kayıplar, iş ve aile hayatında yaşanan sorunlar, doğum ve lohusalık

süreci, menopoz, andropoz dönemleri, fazla alkol alımı, bazı hastalıklar (kanser, MS, epilepsi ve AIDS gibi) ve ilaçlar depresyona neden olan başlıca etkenlerdir. Depresyonun genel olarak beyin ve sindirim sistemi hücrelerinden salgılanan serotonin gibi nörotransmitter maddelerin yeterince salgılanamaması ya da reseptörlerin bozulmasına bağlı meydana geldiği düşünülmektedir.

Depresyondaki kişinin en dikkat çekici özellikleri yaşamdan zevk almama, mutsuz ve karamsar olma, kişinin kendisine ve çevresine karşı ilgisinin azalması, aşırı yeme ya da hiç yemek istememe durumu, uyuyamama ya da aşırı uyuma eğilimi, aşırı yorgun hissetme, sinirli ve endişeli olma hâlidir. Depresyon tedavi edilebilen bir rahatsızlıktır. Tedavi yöntemi ve süresi depresyonun derecesine göre değişmektedir. Tedavinin önemli basamaklarından birisi sevgi ve güven duygusunun geliştirilmesidir. İnsanın kendisi ile barışık olması, doğa sevgisi, serotonin artışına yol açtığından depresyondan korunmaya yardımcıdır. Ayrıca kişinin ulusal ve uluslararası kültürel zenginliklere ilgi duyması, bu konudaki yerli ve yabancı yayınları araştırması, yaşadığı olumsuzluklardan uzaklaşmayı sağlayacağından önemlidir.

Sinir sistemi ile ilgili rahatsızlıklarda MR, EEG incelemesi önerilmektedir (Görsel 1.32). Günümüzde mikrobeyin cerrahisi bir devrim niteliğindedir. Bu yöntemde beynin rahatsız olan bölgesi mikroskopla büyütülerek ameliyatlar yapılabilmektedir. Endoskopik beyin cerrahisi yönteminde ise ince bir boru içine yerleştirilmiş optik kamera sistemi ile görüntü televizyon ekranına düşürülmekte ve ameliyatlar bu şekilde gerçekleştirilebilmektedir.



a) b)

Görsel 1.32: Beyin omurilik hastalıklarının incelenmesinde a) MR çekimi, b) EEG çekimi yapılır.

Türk bilim insanı **Prof. Dr. Mahmut Gazi Yaşargil**, Zürih Üniversitesi Beyin Cerrahisi Kliniğinde 1957-1965 yıllarında geliştirilen bir teknikle Parkinson hastalığı ve diğer hareket bozukluklarının tedavisine yönelik ameliyatlar yapmıştır (Görsel 1.33). 1999 yılında Beyin, Sinir Cerrahisi (Nöroşirürji) alanında, Amerikan Beyin Cerrahları Birliği tarafından “Asrın İnsanı” seçilen Prof. Dr. Mahmut Gazi Yaşargil, geliştirdiği yüzer mikroskop ve anjiyografi ile cerrahi alanında çığır açmıştır. Açılım yöntemini tüm beyin



Görsel 1.33: Prof. Dr. Mahmut Gazi Yaşargil

ve omurilik cerrahisinde kullanmaya başlayan Prof. Dr. Gazi Yaşargil, beyin loplarını açmada kullanılan "Otomatik Leyla Ekartörü" ve dizaynını yaptığı "Yaşargil Anevrizma Klipleri" denilen aparatlar geliştirmiştir (Görsel 1.34).

Prof. Dr. Mahmut Gazi Yaşargil, mikrovasküler cerrahi tekniğiyle ilk defa hayvan beyni damarlarında (500-1000 mikron çapında) ameliyat yapmayı başarmıştır. Görev aldığı üniversitelerde dünyanın çeşitli yerlerinden gelen üç binden fazla öğrenciye bilgilerini aktarmıştır. Yaşargil, Ocak 2013 yılından itibaren ülkemizde tıp bilim insanlarının yetişmesi için katkı sağlamaktadir.



Görsel 1.34: Otomatik Leyla Ekartörü parçaları

Sıra Sizde

Sinir sistemi rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili olarak tıp dünyasındaki teknolojik gelişmeleri araştırınız. Bunun için yerli ve yabancı kaynaklardan bilgi edininiz. Edindiğiniz bilgileri bir sunumla sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

11.1.1.4. Sinir Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması

Sinir sisteminin sağlıklı yapısının korunması için dengeli ve yeterli beslenme önemlidir. Uzun süreli dengesiz beslenme sinir hücrelerinin gelişimini ve çalışmasını yavaşlatarak önemli beyin hasarlarına yol açabilir. Özellikle B grubu vitaminleri, E vitamini, demir, çinko, magnezyum gibi mineralleri içeren besin maddelerinin tüketimi beyin sağlığı açısından önemlidir.

Oksijenin taşınmasında görevli olan alyuvarların yapısındaki hemoglobinin yapımı için demir minerali gereklidir. Demir mineralinin besinlerden emilimi için C vitamini açısından zengin besinler alınmalıdır. Protein içeriği yüksek besinlerin ve bol suyun tüketilmesi beyin sağlığı açısından çok önemlidir.

Kurşun, cıva, kadmiyum gibi ağır metallerin besinler yoluyla alınması çocuklarda zekâ geriliğine, refleks ve davranış bozukluklarına neden olur.

Beyin hücrelerinin zarar görmesinin diğer etmeni strestir. Stres, enfeksiyon hastalıkları, antidepresan ve antihistaminik ilaçlar, hijyen kurallarına dikkat etmeme sinir sisteminin sağlıklı yapısına zarar vermektedir. Yüksek tansiyon, beyin dokularına zarar verdiğinden aşırı tuz ve doymuş yağ tüketiminden uzak durulmalıdır.

Düşünce gücünü artıran beyin faaliyetlerinin yapılması, beyne kan akışını ve dolayısıyla oksijen girişini artırır. Bu nedenle düzenli spor yapılması da beyin sağlığı açısından önemlidir. Düzenli uyku güne zinde başlamaya, öğrenme kapasitesinin artmasına, hafızanın güçlenmesine yardımcı olur. Kültürel faaliyetleri takip etmek, sanat etkinliklerine katılmak ve hobiler edinmek sinir sisteminin sağlıklı yapısının korunması açısından önemlidir.

Sinir sisteminin zarar görmesine neden olan etmenler sigara, alkol ve uyuşturuculardır. Alkol, beyin hücrelerini öldürdüğünden zamanla beyin küçülür. Mantıklı düşünme, karar verme ve hafıza gücü

zayıflar. Uyku bozuklukları oluşur. Uyuşturucu maddeler ise beyin ve akıl sağlığının en önemli düşmanıdır. Erken bunama, halüsinasyonlar, uykusuzluk, zekâ ve hafıza kayıpları uyuşturucu kullananlarda en sık rastlanılan durumlardır.

Kişilerin davranışlarını kontrol etmesi, isteklerine karşı koyabilmesi yani öz denetim becerisine sahip olması hem beden hem de ruh sağlığı için önemlidir. Yapılan araştırmalar öz denetim becerisine sahip olan gençlerin iş ve sosyal hayatlarında daha başarılı olduklarını göstermiştir. Sinir sisteminin sağlığını korumak için yapılması gerekenlerden bazılarını şöyle sıralayabiliriz:

- Doktorun tavsiyesi dışında ilaç kullanılmamalıdır.
- Bebeklik ve çocukluk dönemi aşıları zamanında yapılmalıdır. Yüksek ateş, sinir sistemini olumsuz etkilediğinden aşı takvimine uyulması önemlidir.
- Sigara, alkol ve uyuşturucu gibi zararlı alışkanlıklardan kaçınılmalıdır.
- Beslenmeye, uyku ve dinlenmeye özen gösterilmelidir.
- Stresten uzak durulmalı, çatışmalardan kaçınılmalıdır. Bu nedenle hoşgörülü olmak, farklı bakış açılarına saygı duymak ve empati kurabilmek önemlidir.
- Uyarıcı etkisi olan çay, kahve vb. içecekler fazla tüketilmemelidir.
- Yaşanılan ortamın oksijenli ve temiz olması sağlanmalıdır (Görsel 1.35).



Görsel 1.35: Açık havada spor, sağlık için önemlidir.

11.1.1.5. Duyu Organlarının Yapısı ve İşleyişi

Çok hücreli organizmalar, yaşamlarını sürdürebilmek için iç ve dış ortamdan gelen uyarılara karşı duyarlı olan duyu organlarına sahiptir. Duyu organlarında çeşitli uyarıları almak için özelleşmiş hücreler bulunur. Bu hücrelere **reseptör** denir. Reseptörler duyu epiteli hücrelerinin farklılaşmasıyla oluşur. Her duyu organının reseptörü belirli bir uyarana cevap verir.

Fotoreseptör: Işığa duyarlıdır. Gözde bulunur.

Kemoreseptör: Kimyasal maddelere duyarlıdır. Burunda, dilde ve deride bulunur. Ayrıca iç organlarda kandaki oksijen, hidrojen, glikoz gibi kimyasal maddelerin konsantrasyonlarına duyarlı kemoreseptörler de vardır.

Termoreseptör: Sıcaklığa duyarlıdır. Deride bulunur.

Mekanoreseptör: Basınca ve dokunmaya duyarlıdır. Deride ve kulakta bulunur.

Duyu organlarında bulunan reseptörler iç ve dış ortamdan gelen uyarıları alarak impulsa dönüştürür. İmpulslar sinirlerle merkezî sinir sistemine aktarılarak değerlendirilir. Vücut dışındaki uyarılara duyarlı olan reseptörlere dış reseptör; kan basıncı, vücut duruşu gibi içsel uyarılara duyarlı reseptörlere iç reseptör denir. İnsanda deri, dil, burun, göz ve kulak olmak üzere beş duyu organı vardır. Bu duyu organları sırasıyla **dokunma, tat alma, koklama, görme** ve **işitme** duyularının algılanmasında rol oynar.

A. Dokunma Duyusu-Deri

Dokunma duyusu organımız deridir. Deri, dış çevreden gelen uyarıların sertlik, yumuşaklık, sıcaklık, düzgünlük gibi özelliklerinin algılanmasını sağlar. Mikroorganizmaların vücuda girmesini engelleyen koruyucu örtü olarak görev yapar. Vücudun su kaybını önler. Fiziksel, kimyasal darbelerden ve güneşin zararlı ışınlarından hücreleri, dokuları korur. Terlemeyle boşaltıma yardımcı olur. Dokunma duyusu olan derinin yapısını **epitel doku** ve **temel bağ doku** oluşturur.

a. Epitel doku: Vücudun dışını, doku ve organların iç yüzeyini çevreler. Bu dokuda kan damarları bulunmaz. Hücrelerin beslenmesi bağ dokudan difüzyonla sağlanır. Epitel doku hücreleri arasındaki boşluklar çok azdır. Koruma, emilim, salgı yapma ve duyuları algılama görevlerini üstlenen epitel doku; duyu epiteli, salgı epiteli, örtü epiteli olarak üç grupta incelenir (Görsel 1.36).



a) b) c)

Görsel 1.36: Epitel doku çeşitlerinden a) duyu epitelinin şematik, b) salgı epiteli ve c) örtü epitelinin mikroskobik görüntüleri (25 µm)

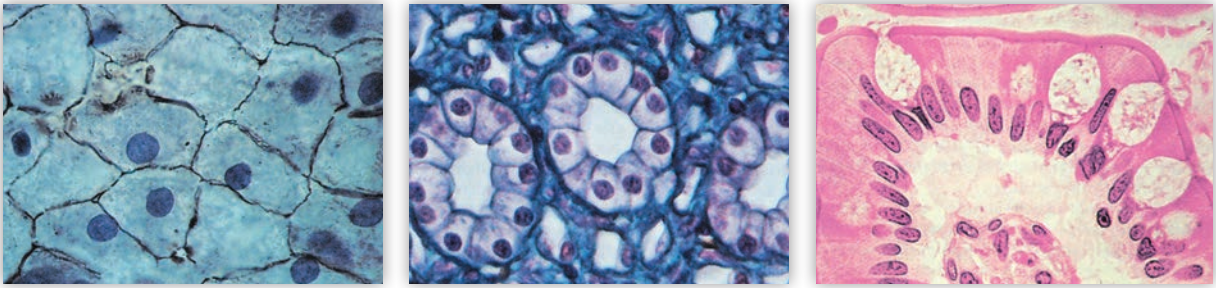
Duyu epiteli: Duyu organlarında bulunan ve çevreden gelen uyarıları almak için özelleşmiş hücrelere sahip olan epiteldir. Burunda koku epiteli, dilde tat epiteli buna örnektir.

Salgı epiteli: Salgı oluşturan epitel hücreleridir ve bez epiteli olarak da tanımlanır. Örneğin tükürük, ter, gözyaşı, mukus gibi salgıları vücut dışına ya da vücut boşluğuna gönderen salgı epiteli, ekzokrin bez; parathormon, adrenalin gibi hormonlar salgılayarak kana veren salgı epiteli ise endokrin bez olarak adlandırılır.

Örtü epiteli: Vücudun dışını, doku ve organların iç yüzeyini örten epiteldir. Vücudu ısı, çarpma, vurma gibi fiziksel ve kimyasal etkilere karşı korur. Bağırsaklarda besin maddelerinin emiliminde görev alır.

Örtü epiteli, hücrelerin dizilişine göre tek katlı ve çok katlı epitel doku olarak ikiye ayrılır.

Tek katlı epitel doku, hücrelerin şekillerine göre isim alır. Akciğer alveollerinde, kan ve lenf damarlarının iç yüzeyinde yassı epitel; böbrek kanallarında, salgı bezlerinin iç yüzeyinde ve tiroit bezinde kübik epitel; bağırsak ve solunum yollarının, döl yatağı ve safra kesesinin iç yüzeyinde silindirik epitel hücreleri bulunur (Görsel 1.37).

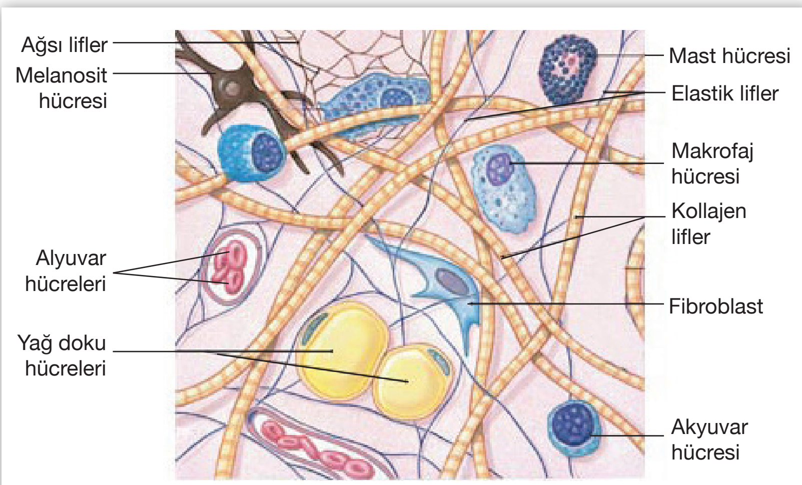


Yassı epitel — Kübik epitel — Silindirik epitel

Görsel 1.37: Tek katlı epitel doku örneklerinin mikroskobik görüntüsü (25 μm)

Çok katlı epitel doku ise yassı, kübik, silindirik hücrelerden oluşur ve en üstte bulunan hücreye göre adlandırılır. İnsanda üst deri, çok katlı yassı epitel dokuya örnektir.

b. Temel bağ doku: Diğer doku ve organları bir arada tutarak onlara desteklik sağlayan bir dokudur. Kan damarları ve sinir hücreleri bakımından zengin olan temel bağ doku vücut savunmasında, hasar gören dokuların onarımında, doku hücrelerinin beslenmesinde görev alır. Temel bağ doku, birbirinden farklı özellikteki hücrelerden, hücreler arası maddeden ve liflerden oluşur (Görsel 1.38). Bu dokunun ara maddesi çoğunlukla bağ doku hücreleri tarafından salgılanır. Temel bağ dokunun hücreleri fibroblast, mast, makrofaj, plazma hücreleri ve melanositlerdir. Bu dokuda en yaygın bulunan hücreler fibroblastlar ve makrofajlardır.



Görsel 1.38: Bağ dokuda bulunan bazı hücreler ve liflerin şematik gösterimi

Fibroblastlar, protein yapıdaki bağ doku liflerini oluşturur. Bunlar kollajen lifler, elastik lifler ve ağsı liflerdir.

Kollajen lifler, incedir ancak bir araya gelerek basınca, çekmeye ve gerilmeye karşı dirençli demetleri oluşturur. Kasları kemiklere bağlayan yapılar ile kemikleri eklem bölgelerinde birbirine bağlayan yapılar bol miktarda kollajen lif içerir.

Elastik lifler, dallanma yaparak ağlar oluşturur. Yüz, boyun derisi ve damarlarda bulunur.

Ağsı lifler, çok incedir ve dallanmıştır. Bağ dokusunu komşu dokulara bağlar.

Mast hücreleri: Damarlar içinde dolaşan kanın pıhtılaşmasını engelleyen heparin ile kılcal damar geçirgenliğini artıran histamin proteinini oluşturur.

Makrofaj hücreleri: Vücudun savunma sisteminde görev yapar. Dokular arasında dolaşarak yabancı maddeleri, ölü hücreleri, mikroorganizmaları fagositozla yok eder.

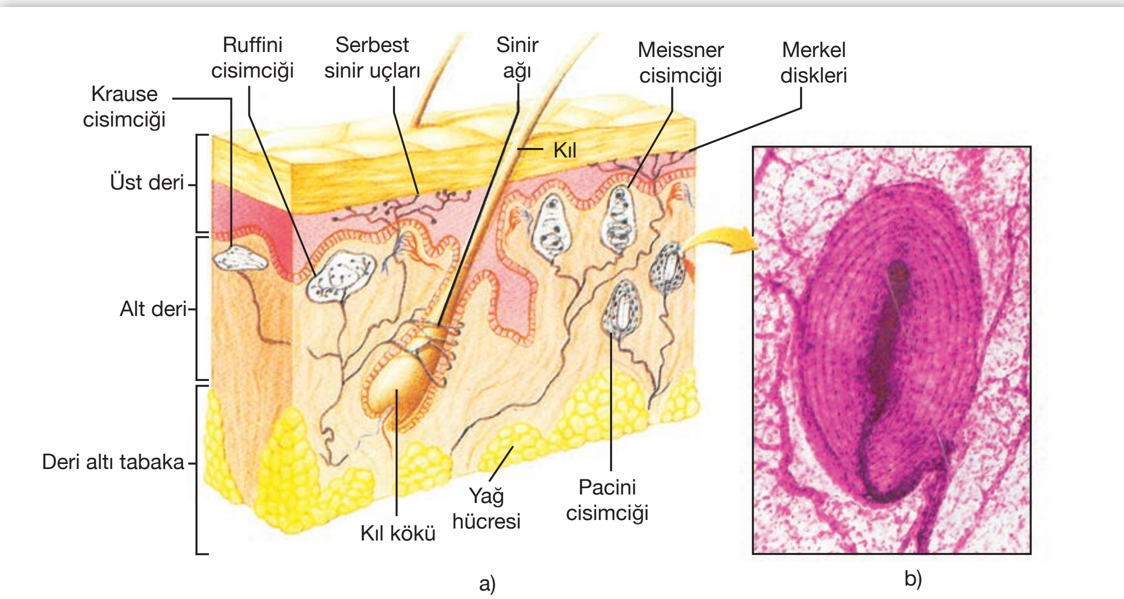
Plazma hücreleri: Antikor üreterek vücut savunmasında rol oynar.

Melanositler: Taşıdıkları melanin pigmenti ile bulundukları dokuya renk verir.

Deri

Deri, üst deri (epidermis) ve alt deri (dermis) olmak üzere iki kısımda incelenir (Görsel 1.39)**.**

a. Üst deri: Çok katlı yassı epitel dokudan oluşur. Üst deride kan damarları bulunmaz. Hücrelerin beslenmesi bağ dokudan difüzyonla sağlanır. Üst kısımda bulunan yassı epitel doku hücrelerinin ölmesi ile oluşan tabakaya **korun tabakası** denir. Korun tabakası deriyi çarpma, vurma ve mikroorganizmalara karşı korur. Korun tabakasının kalınlaşmasıyla oluşan keratinden saç ve tırnak gibi yapılar gelişir. Üst deride korun tabakasının altında canlı hücrelerden oluşan **malpighi tabakası** bulunur. Bu tabakadaki silindirik hücreler arasında bağ dokunun melanosit hücreleri yer alır. Melanosit hücreleri deriye renk veren melanin pigmenti üretir.



Görsel 1.39: a) İnsan derisinin enine kesitinin şematik, b) Basınca duyarlı pacini cisimciğinin elektron mikroskobunda görüntüsü (25 µm)

b. Alt deri: Temel bağ dokudan yapılmıştır. Alt deride kan damarları, sinir uçları, ter bezleri, yağ bezleri, elastik lifler, kollajen lifler, kıl kökleri ve **mekanoreseptörler** bulunmaktadır.

Dokunma, basınç, sıcak, soğuk ve ağrı gibi mekanik duyuların algılanmasını sağlayan mekanoreseptörler derinin farklı bölgelerine yerleşmiştir. Bu reseptörlerden pacini (pasini) cisimciği daha çok el ve ayağın alt derisinde bulunur ve basınç duyusunu algılar. Üst deride bulunan serbest sinir uçları ağrı reseptörü, alt derinin üst kısmında bulunan kapsüllü meissner (mesner) cisimcikleri ve merkel diskleri dokunma reseptörleridir. Bunlar, parmak uçlarında ve dudaklarda çok fazla bulunduklarından bu bölgeler dokunma duyusu yönünden daha hassastır. Deride yer alan krause (krosi) cisimciği soğuğu, ruffini (rufini) cisimciği ise sıcağı algılar.

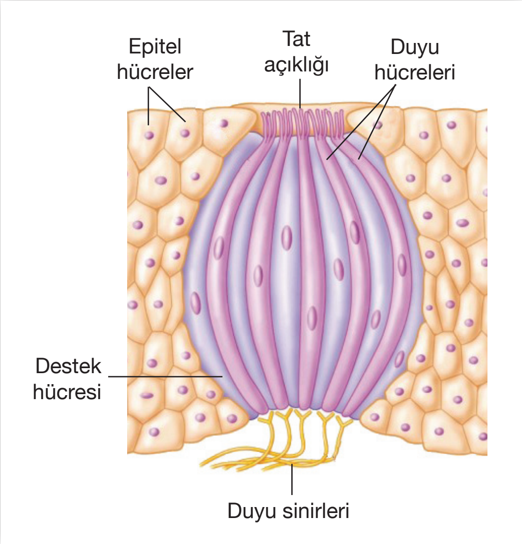
Alt derinin altında özelleşmiş bağ dokusu olarak görev yapan **yağ dokusu** bulunur. Yağ dokusunun hücreleri arasında ağsı ve kollajen lifler yer alır. Yağ dokusu, deri altında birikerek vücut ısısının korunmasına yardımcı olur. Ayrıca iç organların etrafını sarar ve onları darbelere karşı korur. Canlıların yedek enerji deposudur.

B. Tat Duyusu-Dil

Tat alma organı olan dilin üzeri çok katlı yassı epitel doku ile kaplıdır. Dilimiz, tat almanın yanı sıra konuşmada, besinlerin ağız içindeki hareketinde ve yutağa itilmesinde yardımcıdır.

Dil üzerinde bulunan ve **papilla** denilen kabartılarda, farklı tatları algılayan duyu hücrelerinin bulunduğu **tat tomurcukları** yer alır (Görsel 1.40). Tat tomurcuklarındaki duyu hücreleri tat alma sinirleriyle bağlantılıdır. Tat tomurcuklarındaki duyu hücreleri arasında mukus üreten destek hücreleri bulunur.

İnsan dili beş farklı tadı algılayabilir. Bunlar tatlı, ekşi, acı, tuzlu ve umami'dir. Umami, japonca "lezzetli" anlamına gelmektedir. Bu tadı glutamat ve benzeri amino asitler oluşturur. Tatlar, beyinde birbirine çok yakın olan sıcaklık ve koku alma merkezi tarafından yorumlanır. Bu nedenle kokusunu alamadığımız besinlerin tadını da tam olarak alamayız.



Görsel 1.40: Tat tomurcuğunun şematik gösterimi

Bir maddenin tadının alınabilmesi için sıvı içinde çözünebilir olması gerekir. Tükürükte çözünen maddeler, tat alma tomurcuklarındaki reseptörleri uyarır. Oluşan impuls, sinirlerle beynin tat alma mer-

kezine iletilir ve yediğimiz besinlerin tadı alınır. Tat duyusu, insanlarda kalıtsal farklılıklar gösterir. İnsanların bir kısmı bazı maddelerin tadını alamaz. Buna **tat körlüğü** denir.

Etkinlik: Memeli Canlıda Dilin Yapısı

Amaç

Dilin yapısını kavrama

Araç Gereçler

Koyun ya da sığır dili, diseksiyon küveti, plastik eldiven, bisturi, büyüteç.

Ön Hazırlık

Sınıfınızda dört ya da beş kişilik gruplar oluşturunuz.

Kasaptan, belirlediğiniz grup sayısı kadar koyun ya da sığır dili alarak sınıfa getiriniz.

Etkinliğin Yapılışı

Eldivenlerinizi giyerek dili diseksiyon küvetine koyunuz.

Büyüteç yardımıyla dil üzerindeki papillaları gözlemleyiniz.

Bisturi yardımıyla dili boyuna ikiye bölerek yapısını inceleyiniz.



Değerlendirme Soruları

1. Gözlemlerinize göre papillalar dilin hangi kısımlarında daha yoğun olarak bulunmaktadır?

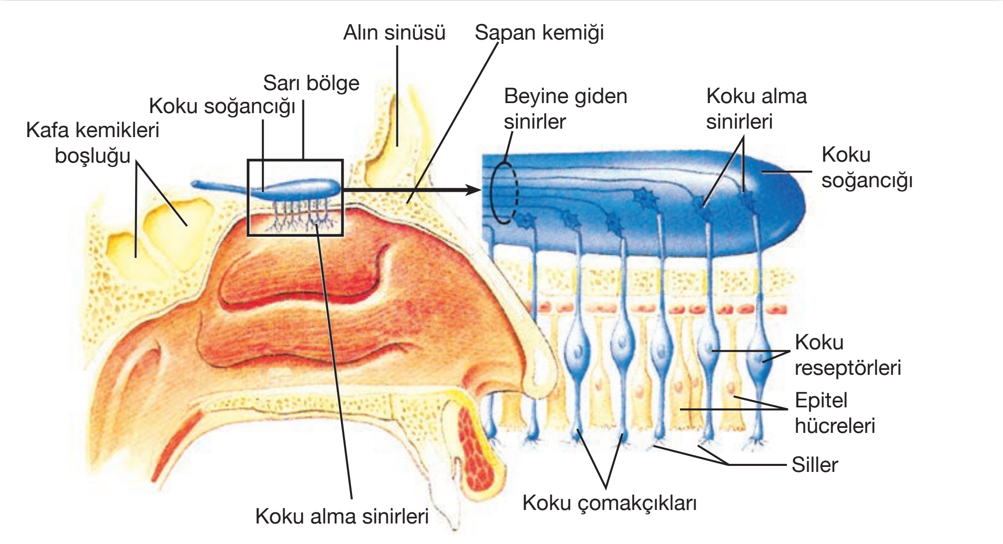
2. Dilin iç ve dış yüzeyi arasındaki farklar nelerdir?

Sıra Sizde

İnsanlarda tat alma duyusunda oluşan azalmanın nedenlerini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

C. Koku Duyusu-Burun

Koku alma organı olan burun, kemik ve kıkırdaktan yapılmıştır. Burun boşluğu, sapan kemiği ve buna bağlı kıkırdak bir perdeyle iki bölmeye ayrılır. Bu bölmeler burun delikleri ile dışa açılırken diğer taraftan yutağa bağlanır. Burun deliklerinin iç kenarları kıllarla örtülüdür. Kıllar, havanın süzülmesini sağlar. Burun boşluğunun üst kısmında, her iki tarafta koku reseptörlerinin yer aldığı **sarı bölge** bulunur (Görsel 1.41). Bu bölgedeki koku reseptörlerinin her biri özelleşmiş sinir hücresidir. Bu hücrelerin genişlemiş dendritlerine **koku çomakçıkları** denir. Koku çomakçıklarının uçlarında siller vardır.



Görsel 1.41: Burunda koku reseptörlerinin yer aldığı sarı bölge

Koku reseptörleri beyindeki koku soğancığında bulunan birinci beyin siniri ile ilişkilidir. Bu yüzden kokunun algılanması sadece koku reseptörlerinin bulunduğu sarı bölgede gerçekleşir.

Sarı bölgenin üst kısmında mukus üreten destek hücreleri yer alır. Mukus, burun boşluğunun nemli kalmasını sağlayarak alınan havayı nemlendirir. Burun içindeki, yüzeye yakın damarlar havanın ısıtılmasında rol oynar.

Burun boşluğunun çok fazla ya da çok az nemli olması, koku reseptörlerinin uyarılmasını önlediğinden kokular tam olarak algılanamaz. Bu durum nezle olduğumuzda ya da kuru havada koku duyumuzun azalmasına neden olur.

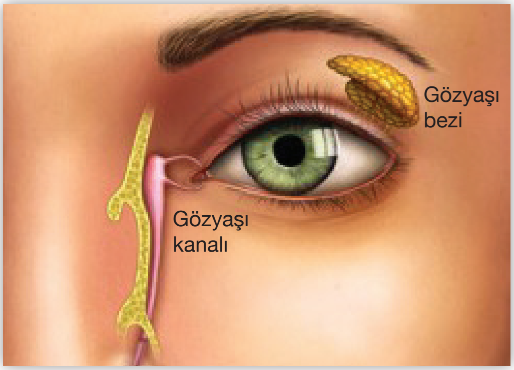
Mukusta çözünen kimyasal maddeler sarı bölgedeki koku reseptörlerinde impuls oluşturur. Bu impulslar koku soğancığındaki sinirlerle beyindeki koku alma merkezine iletilerek değerlendirilir. Koku sinirleri ile taşınan impulslar diğer duyu organlarından çıkan sinirlerden farklı olarak talamusa uğramadan doğrudan beyindeki koku merkezine iletilir.

İnsanlar binlerce kokuyu ayırt edebilir. Fakat tat duyusundaki gibi değişik kokuları sınıflandırmak mümkün değildir. Koku alma duyusu çabuk yorulur. Bu yorulma sadece belirli bir süre alınan aynı koku için geçerlidir. Ortama değişik bir koku verildiğinde hemen ayırt edilebilir.

Ç. Görme Duyusu-Göz

Dış dünyayı görmemizi sağlayan gözümüz yaklaşık 3500 ile 7500 A° (angstrom) dalga boyu arasındaki ışınları almak için özelleşmiş bir duyu organımızdır.

İnsan gözü ileri düzeyde gelişmiş göz yapısına sahiptir. Göz, koruyucu yapılar ve göz küresi olarak iki kısımda incelenir.



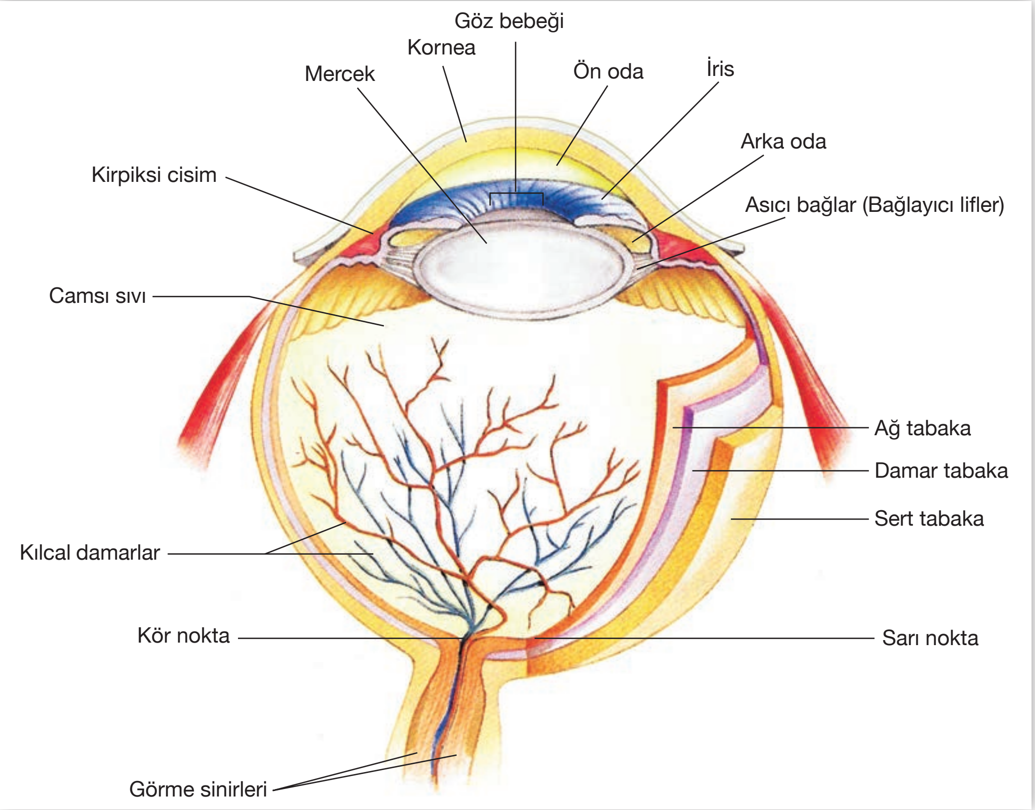
Görsel 1.42: Gözdeki koruyucu yapılar

1. Koruyucu yapılar: Göz kapakları, kirpikler, gözyaşı bezleri, kaşlar ve göz kaslarıdır (Görsel 1.42).

Göz kapakları ve kirpikler gözü hem fazla ışıktan hem de dış etkilerden korurken gözyaşı bezleri ürettikleri salgılar ile gözün ön kısmının ve göz kapaklarının içinin kurumasını önler. Gözyaşında bulunan lizozim enzimi, göze ulaşan mikropları yok eder.

Göz kaslarının görevi gözün sağa-sola, yukarı-aşağı hareket etmesini sağlamaktır. Kaşlar da gözü fazla ışıktan ve terden korur.

2. Göz küresi: Göz küresi dıştan içe doğru sert tabaka (göz akı), damar tabaka ve ağ tabaka (retina) olmak üzere üç kısımdan oluşur (Görsel 1.43).



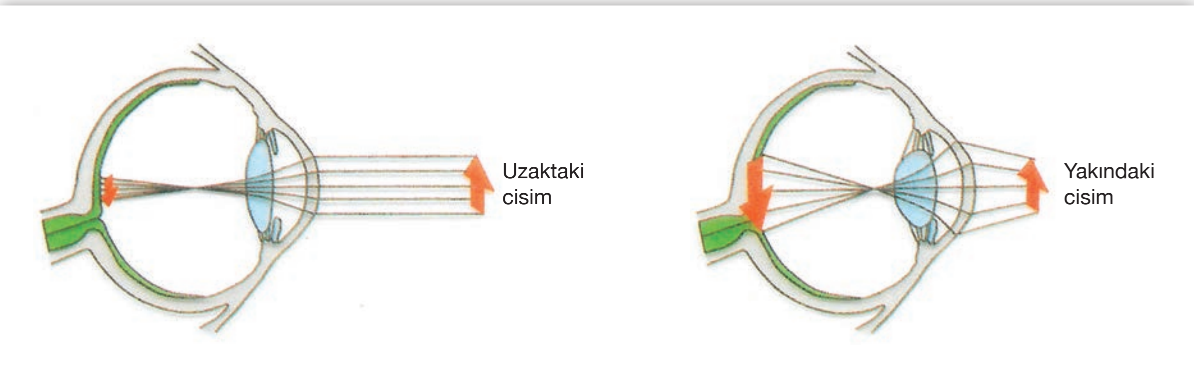
Görsel 1.43: Gözün yapısı

a. Sert tabaka (Göz akı): Gözün iç kısımlarını korur ve göz küresinin şeklini sabit tutar. Gözün hareket etmesini sağlayan kasların tutunma yeridir. Sert tabakanın ön kısmı incelip tümsekleşerek ışığı geçiren korneayı (saydam tabaka) oluşturur. Kornea, göze gelen ışığı kırar ve ışığın göz merceğine ulaşmasını sağlar.

b. Damar tabaka: Sert tabakanın altında bulunur. Zengin kan damarlarına sahiptir. Damar tabaka gözün beslenmesini sağlar. Bu tabakada ışığı emen siyah pigmentler vardır. Pigmentler gözün iç kısmını yansıyan ışıktan koruyarak görüntünün parlamasını önler ve göz küresinin içini karanlık bir oda hâline getirir. Damar tabaka, gözün ön kısmında kalınlaşarak irisi oluşturur. İris gözün renkli kısmıdır. İrisin ortasında ışığın göze girmesini sağlayan bir açıklık bulunur. Buna göz bebeği denir. Göze giren ışık miktarı iris tarafından ayarlanır. Düz kaslardan oluşan iris, kasılıp gevşeme özelliğine sahiptir. Bu nedenle gözbebeği karanlıkta büyür, aydınlıkta küçülür. İrisi oluşturan kaslar ışık miktarında oluşan ani değişikliklere hemen uyum sağlayamadığından (10-30 sn) ışıklı bir ortamdan karanlık bir ortama giren kimsenin gözlerinin karanlığa alışabilmesi için kısa bir süre geçmesi gerekir.

İrisin hemen arkasında saydam, ince kenarlı göz merceği bulunur. Göz merceği göze gelen ışınları kırarak onların ağ tabaka üzerinde bir noktada toplanmasını sağlar.

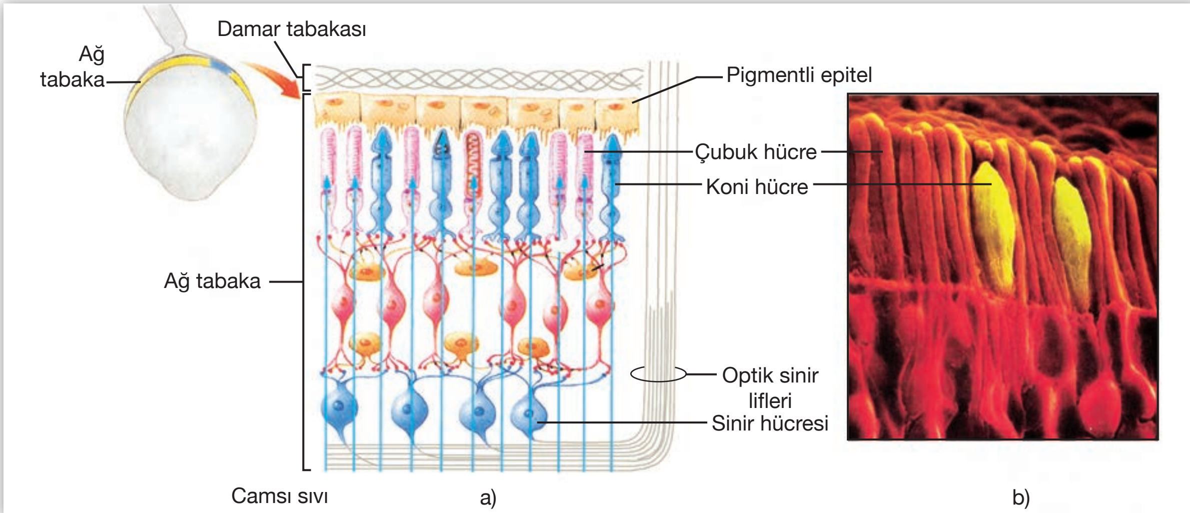
Damar tabakanın bir görevi de merceği tutan asıcı bağları oluşturmaktır. Asıcı bağlar, iris etrafında kalınlaşan damar tabakanın düz kaslarla oluşturduğu yapı olan kirpiksi cisme bağlanır. Mercek, kirpiksi cisimdeki kaslar yardımıyla yassılaşıp yuvarlaklaşarak uzak ya da yakını görme ayarı yapar. Uzaktaki bir cisme bakarken göz merceğinin yassılaşması, yakındaki cisme bakarken yuvarlaklaşması ile görüntünün ağ tabakadaki sarı nokta üzerine düşmesi sağlanır. Bu olay **göz uyumu** olarak tanımlanır (Görsel 1.44).



Görsel 1.44: Göz merceği yassılaşıp yuvarlaklaşarak göz uyumunu sağlar.

İris ile saydam tabaka arasındaki boşluğa **ön oda**, göz merceği ile iris arasındaki boşluğa **arka oda** denir. Her iki boşluk kirpiksi cisim tarafından salgılanan sıvı ile doludur. Göz küresinin ortasında karanlık oda olarak tanımlanan boşluğu da **camsı sıvı** denilen jelatinimsi bir madde doldurur. Bu iki sıvı göz içi basıncını düzenler ve göz küresinin şeklini korur. Aynı zamanda kan damarlarından yoksun olan kornea ve göz merceğinin beslenmesinde görev alır.

c. Ağ tabaka: Gözün en iç tabakasıdır. Işık ve renk uyarılarını algılayan kısımdır. Görme sinirleri ile ışığa duyarlı reseptörler olan koni ve çubuk hücreleri bu tabakada yer alır (Görsel 1.45).



Görsel 1.45: Ağ tabakanın hücresel yapısının a) Şematik, b) Elektron mikroskobunda görüntüsü (0,1 μm)

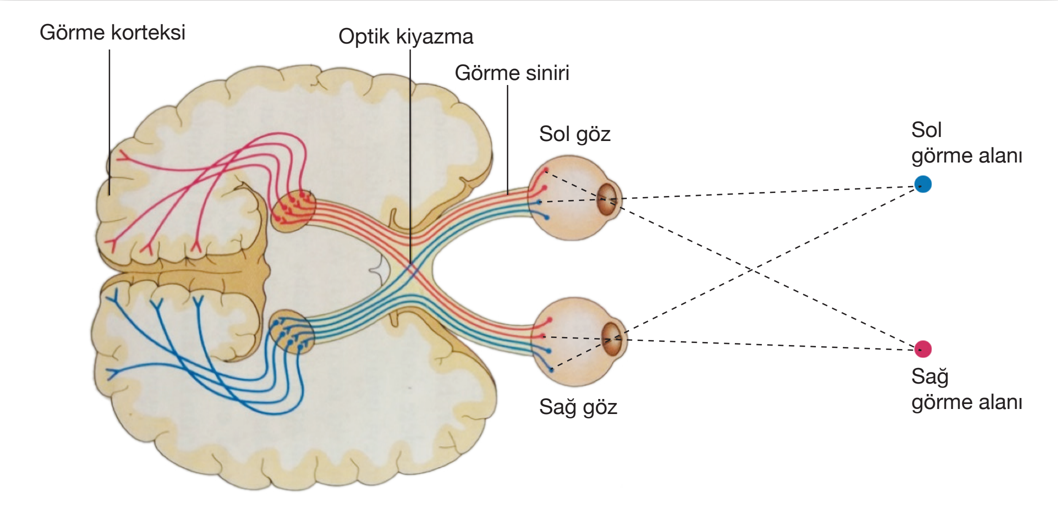
Çubuk hücreleri, az ışıkta görmemizi sağlar ancak renklere karşı hassas değildir. Siyah beyaz görmeyi gerçekleştirir. Çubuk hücrelerinde bulunan ışığa duyarlı rodopsin molekülünün ön maddesi A vitaminidir. Rodopsin molekülü karanlıkta sentezlenir, aydınlıkta yıkılır. Rodopsin molekülünün A vitamini eksikliğine bağlı olarak sentezlenememesi, **gece körlüğü** denilen alaca karanlıkta görememe durumunu ortaya çıkarır. Koni hücreler ise aydınlıkta rengin ve ayrıntıların görülmesini sağlar.

Ağ tabakada, ışığa duyarlı reseptörlerle bağlantılı olan çok sayıda sinir hücresi vardır. Sinir hücreleri, göz küresinin arka tarafında birleşerek optik sinir demetini oluşturur. Göz sinirlerinin, göz küresinden çıktığı yerde duyu reseptörleri bulunmaz. Bu nedenle bu kısma **kör nokta** denir. Kör noktanın yanında, ağ tabakanın en ince olduğu yere **sarı nokta** denir. Sarı nokta, ağ tabakaya ulaşan ışınların toplandığı ve ışığa duyarlı reseptörlerin yoğun olarak bulunduğu yerdir. Sarı noktanın merkezinde **koni hücreleri**, çevresinde ise **çubuk hücreleri** yoğun olarak bulunur.

Görme olayı, göze gelen ışınların korneada kırılmasıyla başlar. Kırılan ışınlar göz bebeğinden girerek göz merceğine gelir. Mercekte bir kez daha kırılan ışınlar, camsı sıvıyı geçer ve cismin görüntüsü ters bir şekilde ağ tabaka üzerine düşer. Ağ tabakadaki sarı nokta adı verilen bölgede bulunan çubuk ve koni hücrelerinin uyarılması ile görme sinirlerinde impuls oluşur. Bu sinirler, beynin görme merkeziyle bağlantılıdır. Sinirlerle iletilen impulslar, beyinde değerlendirilerek görüntünün düz, net ve renkli olarak algılanması sağlanır.

Görme olayını günümüzde ifade edilen şekle benzer olarak ilk açıklayan kişi İslam alimi **İbn Heysem**'dir (965-1038). İbn Heysem, eşyadan yansıyan ışınların göze geldiğini ve ışınların gözün arka odak noktasında birleşmesi sonucu görüntünün sağlandığını belirtmiştir. Buna göre optik biliminin modern niteliğini kazanmaya başlaması İbn Heysem ile başlamıştır. İbn Heysem, optik ile ilgili yazdığı Kitab el-Menazır (Optik hazinesi) kitabında gözün yapısı, yanılsama, ışığın kırılması ve fotoğraf makinesinin atası olan karanlık odadan söz etmekte ve böyle bir delikli kamera ile ters görüntü elde edileceğini belirtmektedir. Kitabı Latinceye çevrilerek Batı dünyasını 600 yıl boyunca etkilemiştir.

Sağ ve sol gözden çıkan optik sinirler beyin kabuğunda **optik kiyazma** olarak adlandırılan bölgede birleşir. Bu bölgede her iki gözün sağ tarafla ilgili görüntüsü beynin sol tarafına, sol tarafla ilgili görüntüsü beynin sağ tarafına iletilir (Görsel 1.46).



Görsel 1.46: Sağ ve sol gözden gelen görüntüler beynin görme merkezinde birleşir.

Okuma Metni

İKİ GÖZÜN FARKLI RENKTE OLMASININ SEBEBİ NEDİR?



İnsanlarda nadir olarak görülen gözlerin farklı renkte olması (örneğin bir gözün mavi diğer gözün yeşil olması vb.) durumu **heterokromi** olarak adlandırılıyor. Saça, deriye ve göze rengini veren melanin pigmentinin iris tabakasındaki yoğunluğu ve dağılımı göz rengini belirliyor. Kahverengi göz melanin miktarının fazla olması, renkli göz ise melanin miktarının az olması anlamına geliyor. Her iki gözün iris tabakasında melanin yoğunluğu ya da miktarı farklı ise gözler de farklı renklerde oluyor, yani heterokromi durumu ortaya çıkıyor.

Göz renginin belirlenmesinden sorumlu genlerin aktarımında (DNA üzerindeki genetik bilgi kullanılarak işlevsel proteinler üretilmesi) meydana gelen değişiklikler, Waardenburg (Vordınburg) sendromu gibi hastalıklar ve doğum anında ya da yaşamın ileriki dönemlerinde gerçekleşen bir travma sonucunda kişilerde heterokromi görülebiliyor. Embriyo gelişimi sırasında iris tabakasındaki pigmentleşmede oluşan farklılıklar da heterokromiye neden olabiliyor.

www.bilimgenc.tubitak.gov.tr

(Düzenlenmiştir.)

Etkinlik: Memeli Canlıda Gözün İncelenmesi

Amaç

Gözün yapısını kavrama

Araç Gereçler

Sığır veya koyun gözü, tuzlu su, ince kenarlı mercek, bisturi, pens, gazete parçası, plastik eldiven, diseksiyon küveti.

Ön Hazırlık

Sınıfınızda dört ya da beş kişilik gruplar oluşturunuz. Belirlediğiniz grup sayısı kadar kasaptan sığır ya da koyun gözü alarak sınıfınıza getiriniz ve sertleşinceye kadar tuzlu suda bekletiniz.

Etkinliğin Yapılışı

Eldivenlerinizi giyerek gözü diseksiyon küvetine koyunuz. Gözün üzerindeki yağ tabasını ve göz kapağı gibi fazlalıkları bisturi yardımıyla keserek çıkartınız. Göz küresini örten sert ve beyaz örtünün tüm gözü sardığına dikkat ediniz. Bu tabakanın göz küresinin ön kısmında saydamlaşarak oluşturduğu korneayı bulunuz.

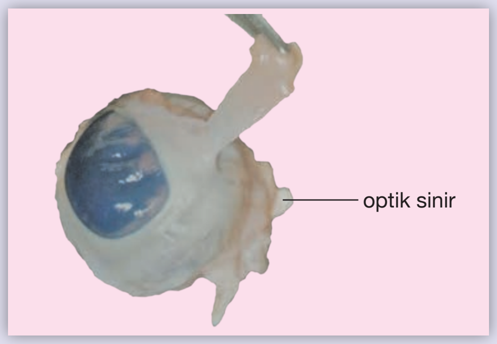
Kornea aşağı gelecek şekilde, göz küresini diseksiyon küvetine koyunuz.

Sonra göz küresini yatay eksen doğrultusunda bisturi yardımıyla keserek iki yarım küreye ayırınız.

Kesilen üst parçanın iç yapısını inceleyiniz. Göz küresini dolduran peltemsi maddeyi pens yardımıyla çıkartınız. Alttaki, ön yarım kürede bulunan korneayı zedelemeden kesip çıkartınız.

Korneanın altındaki irisi bulunuz ve göz bebeğinden merceği gözleyiniz. Merceği hem önden hem de arkadan inceleyiniz ve merceği göz küresine bağlayan mercek bağlarına dikkat ediniz. Merceğin kenarlarını keserek çıkartınız ve gazete parçası üzerine koyunuz. Merceği şekil ve sertlik yönünden inceleyerek ince kenarlı cam bir mercekle karşılaştırınız.



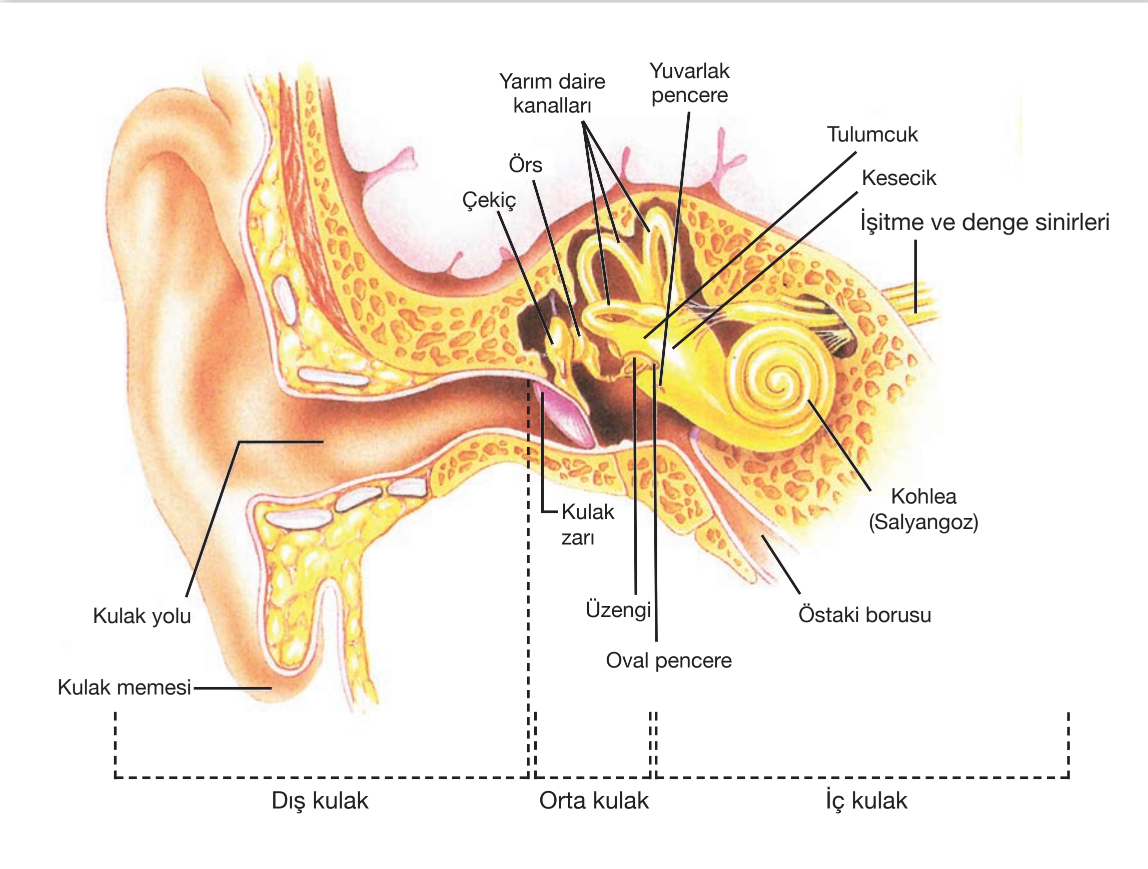


Değerlendirme Soruları

1. Gözde dıştan içe doğru hangi yapıları gözlemlediniz?
2. Çıkardığınız göz merceğini gazete parçası üzerine koyduğunuzda harflerin görüntüsü nasıl değişti? Nedenini açıklayınız.

D. İşitme Duyusu ve Denge-Kulak

İşitmeyi sağlayan kulaklarımız aynı zamanda bir denge organıdır. Kulağın yapısı; dış kulak, orta kulak ve iç kulak olmak üzere üç bölümde incelenir (Görsel 1.47).



Görsel 1.47: Kulağın yapısı

1. Dış kulak: Kıkırdak yapıda olan kulak kepçesi ile dış kulağı orta kulağa birleştiren kulak yolundan oluşur. Kulak yolunun sonunda bağ dokudan yapılmış kulak zarı bulunur.

Kulak kepçesi, ses dalgalarını toplayarak kulak yolundan kulak zarına iletir. Kulak yolunda yapışkan bir madde salgılayan bezler bulunur. Bu salgı, kulağa giren toz zerreciklerini tutar ve kulak zarını nemlendirerek esnekliğini artırır.

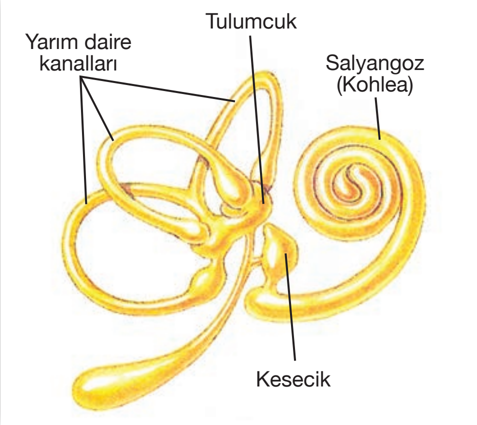
2. Orta kulak: Kulak zarı ve oval pencere ile sınırlanan, çekiç, örs, üzengi kemiklerinden oluşan küçük bir odacıktır. Üç kemik birbirleriyle bağlantılıdır. Ses dalgalarının kulak zarında oluşturduğu titreşimler orta kulaktaki çekiç, örs, üzengi kemikleri ile oval pencereye aktarılır.

Orta kulak, **östaki borusu** ile yutağa açılır. Östaki borusunun yutağa açılan kısmında bir kapakçık bulunur. Normal olarak kapalı bulunan bu kapakçık yutkunma, esneme ya da uçak ve asansördeki ani iniş çıkışlarda açılarak basınç değişikliklerinde kulak zarının zarar görmesini önler.

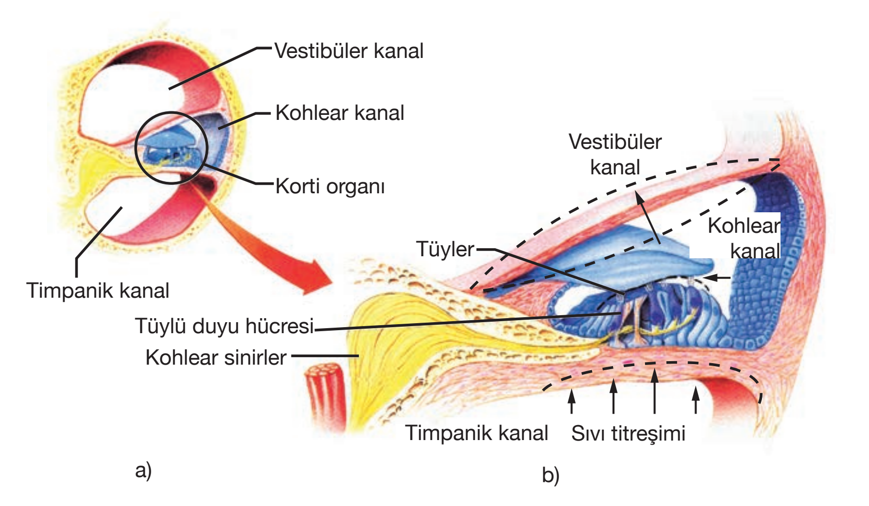
3. İç kulak: Birbiriyle ilişkili kanal ve torbalardan oluşan iç kulak hem **işitme** hem **denge** organı olarak görev yapar. İç kulakta yer alan yapılar **yarım daire kanalları**, **tulumcuk**, **kesecik** ve **salyangoz**dur (Görsel 1.48).

İç kulakta bulunan yapıların içi sıvı ile doludur. Salyangozun yapısında vestibüler kanal, kohlear kanal ve timpanik kanal bulunur (Görsel 1.49.a).

Kohlear kanal içinde ses titreşimlerine duyarlı hücrelerden oluşan **korti organı** bulunur (Görsel 1.49.b). Korti organında 20.000-24.000 duyu hücresi yer alır. Bu hücrelerin dışa bakan yüzeylerinde bulunan tüycükler duyu sinirleriyle bağlantılıdır.



Görsel 1.48: İç kulakta bulunan yapılar



Görsel 1.49: a) İç kulaktaki kanallar, b) Korti Organı

İşitme Olayı

• Sesin işitilebilmesi için ses dalgalarının kulak kepçesi tarafından toplanarak kulak yolundan geçmesi ve kulak zarında titreşimler oluşturması gerekir.

• Titreşimler orta kulakta bulunan çekiç, örs ve üzengi kemiklerinden oval pencereye, oradan da iç kulağa iletilir.

• Bu titreşimler kohlear kanaldaki korti organında bulunan tüylü duyu hücrelerine aktarılır.

• Bu hücrelerin tüyleri işitme sinirlerini uyarır.

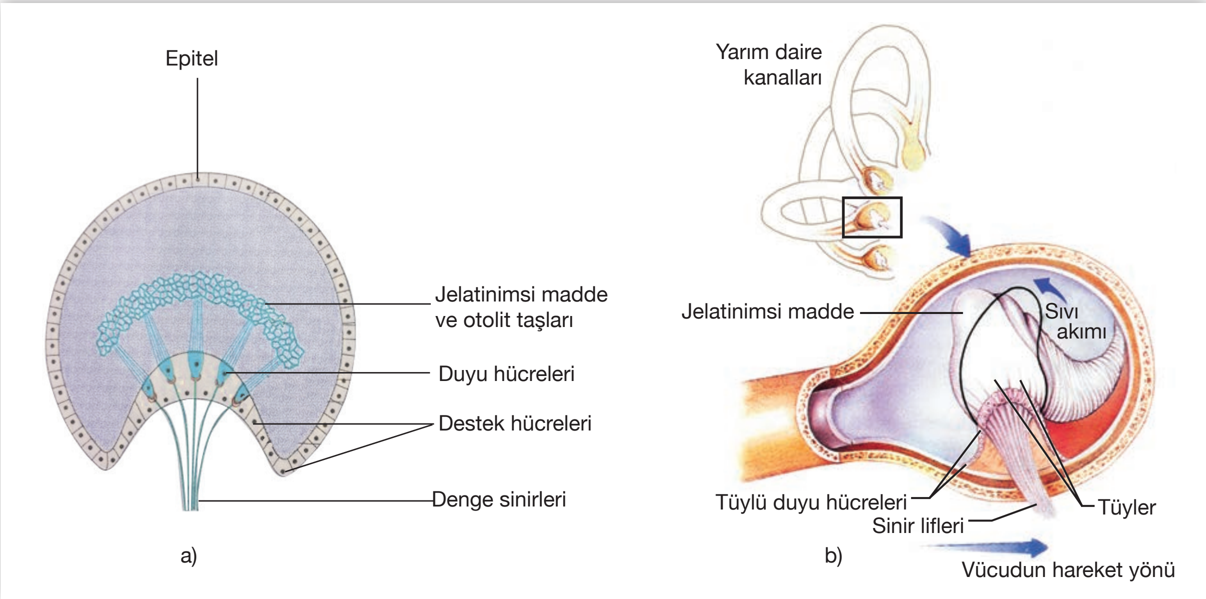
• Uyarılan sinir hücrelerinde oluşan impulslar talamustan beyinde bulunan işitme merkezine iletilir ve burada ses olarak algılanır.

• İnsan kulağı saniyede 20-20.000 Hertz (Hz) arasındaki sesleri duyabilir.

Denge Olayı

İç kulaktaki yarım daire kanalları, tulumcuk ve kesecik denilen yapılar dengenin sağlanmasında etkilidir. Tulumcuk ve kesecik, yer çekimine karşı yapılan hareketlerde vücudun konum değişikliklerinin algılanmasını sağlarken yarım daire kanalları, dönme hareketi ile oluşan konum değişikliklerini algılar.

Sıvı ile dolu olan tulumcuk ve keseciğin tabanında tüylü duyu hücreleri bulunur (Görsel 1.50.a). Bu hücrelerin tüyleri jelatinimsi madde içine uzanır. Ayrıca jelatinimsi madde içinde kalsiyum karbonat kristallerinin birikmesiyle oluşan küçük kulak taşları yer alır. Bu taşlara **otolit** (denge taşı) denir. Vücudun konumu değiştiğinde sıvı hareketlenir ve kulak taşları yer çekimi etkisiyle tüylü duyu hücrelerine basınç uygular. Basınç değişikliği duyu hücrelerinde impuls başlatır. İmpuls denge sinirleri ile beyne ulaşır ve vücudun dengesi sağlanır. Başın ya da vücudun döndürülmesi sırasında yarım daire kanalları da vücutla birlikte hareket eder (Görsel 1.50.b).



Görsel 1.50: a) Tulumcuk ve kesecikteki tüylü duyu hücreleri ve otolitlerin konumu, b) Vücudun kendi ekseni etrafında dönmesi sırasında yarım daire kanallarının içindeki sıvı, kanalların tersi yönünde hareket eder.

Yarım daire kanallarının içinde jelatinimsi bir madde ve tüylü duyu hücreleri vardır fakat otolit bulunmaz. Dönme sırasında yarım daire kanalları ile bu kanalların içini dolduran sıvı hareketlenir. Ancak sıvının hareketi yarım daire kanallarından daha yavaş olduğundan ters yönde bir akım oluşur. Bu durum tüylü duyu hücrelerinin uyarılmasını ve impuls oluşumunu sağlar. Oluşan impuls, beyinciğe taşınarak yorumlanır. İmpuls beyincikten beyin kabuğuna iletilir ve denge sağlanır.

İnsanda dengenin sağlanmasında iç kulaktaki yapıların yanı sıra görme duyusu ile ayak tabanında yer alan basınca duyarlı hücreler de etkilidir.

11.1.1.6. Duyu Organları Rahatsızlıkları

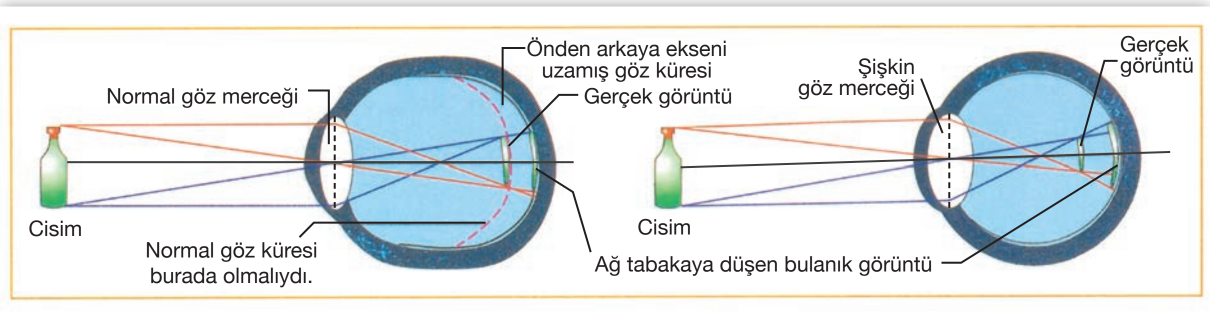
Kalıtsal ya da çevresel bazı nedenlere bağlı olarak duyu organlarında bazı rahatsızlıklar meydana gelebilir. Örneğin, annenin hamilelik döneminde geçirdiği hastalıklar ve aldığı ilaçlar ya da radyasyon,

bebeklik döneminde geçirilen bazı enfeksiyonlu hastalıklar, kazalar, görme ve işitme sinirlerinin hasar görmesine veya yapısal bozukluklara neden olabilir. Buna bağlı olarak görme ve işitme problemleri yaşanabilir. Ayrıca şeker hastalığı ve damar sertliği gibi hastalıklar özellikle görme sinirleri üzerinde olumsuz etki yaparak göz rahatsızlıklarının ilerlemesinde etkili olabilmektedir.

Sıra Sizde

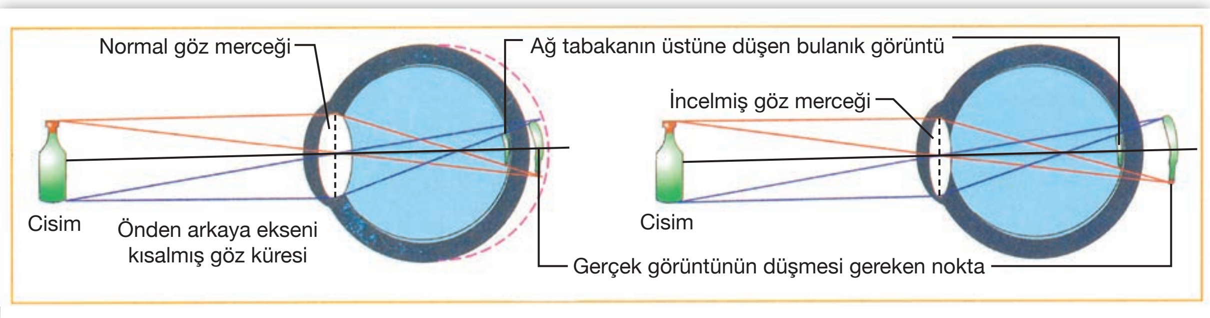
Renk körlüğü, miyopi, hipermetropi, astigmatizm, işitme kaybı ve denge kaybı gibi rahatsızlıklar hakkında araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgileri sunum hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız

Miyopi: Göz küresi çapının önden arkaya doğru uzadığı ya da göz merceğinin daha şişkin olduğu durumlarda, cismin görüntüsü ağ tabakanın önüne düşer ve cisim net görülemez. Yakını görebilen ancak uzağı net olarak göremeyen göz rahatsızlığı **miyopi** olarak tanımlanır. Miyopi, kalın kenarlı mercek kullanılarak düzeltilir (Görsel 1.51).



Görsel 1.51: Miyopi

Hipermetropi: Göz küresinin çapı kısalmıştır ya da göz merceği incelmiştir. Bu durumda cismin görüntüsü ağ tabakanın arkasına düşer ve cisim net görülemez. Uzağı görebilen ancak yakını net olarak göremeyen göz rahatsızlığı **hipermetropi** olarak tanımlanır ve ince kenarlı mercek kullanılarak görüntü netleştirilir (Görsel 1.52).



Görsel 1.52: Hipermetropi

Astigmatizm: Kornea ya da göz merceğinde şekil bozukluğu sonucu oluşan bir göz rahatsızlığıdır. Bu durum göze gelen ışınların farklı açılarda kırılarak ağ tabakanın farklı bölgelerinde kesişmesine neden olur. Bu nedenle görüntü bulanık olur. Astigmatizm denilen bu göz rahatsızlığının düzeltilmesi için silindirik mercekler kullanılır.

Presbitlik: Yaşa bağlı olarak göz merceğinin esnekliğini kaybetmesi sonucu oluşur. Göz, uzak ve yakın cisimlere bakarken uyum sağlayamaz. Presbitlik, ince kenarlı mercek kullanılarak düzeltilir.

Katarakt: Yaşlılığa bağlı olarak göz merceğinin saydamlığını yitirmesiyle oluşur. Şeker hastalığına ya da kullanılan bazı ilaçlara bağlı olarak da oluşabilmektedir.

Şaşılık: Göz küresini hareket ettiren kaslardan birinin uzun ya da kısa olmasıyla ortaya çıkar. Bu durumda gözler farklı yönlere bakar. Ameliyatla düzeltilebilir.

Glokom: Göz içindeki fazla sıvının atılmasını sağlayan kanallar tıkanırsa gözün iç basıncı artar, görme sinirleri zarar görür ve kalıcı görme kaybı oluşabilir.

Renk körlüğü (Daltonizm): X kromozomu ile taşınan çekinik bir karakterdir. Renkli görmemizi sağlayan koni hücreleri kırmızı, mavi ve yeşil olmak üzere üç tiptir. Diğer renklerin algılanması iki ya da üç tip koni hücresinin birlikte çalışması ile gerçekleşir. Genlerde oluşan bozukluklar nedeniyle göz retinasında koni hücrelerinin bulunmaması tam renk körlüğüne, eksik bulunması ise kısmi renk körlüğüne neden olur. Tam renk körlüğünde renklerin hiçbiri algılanamazken, kısmi renk körlüğünde bazı renkler algılanamaz. En yaygın olarak görülen kısmi renk körlüğü çeşidi kırmızı ve yeşil renklerin ayırt edilememesidir.

İşitme Kaybı: Bebeklikten yaşlılığa kadar her dönemde görülebilen işitme kaybı, çocuklarda sosyal gelişim, yetişkinlerde ise iletişim sorunlarını ortaya çıkarır. İşitme kaybı iç kulak, işitme siniri ve işitme merkezinde ortaya çıkan sorunlardan kaynaklanmaktadır. Ayrıca tümör tedavisinde kullanılan ilaçlar, kafa içinde basınç artışına yol açan migren ya da damarsal sorunlar, yaşlanmaya bağlı oluşan duyu azalması, gürültülü bir ortamda çalışma, enfeksiyonlar ve diyabet gibi hastalıklar da işitme kaybına neden olmaktadır.

Denge Kaybı: Çeşitli hastalıklara bağlı olarak ortaya çıkabilen denge kaybı, özellikle iç kulaktaki kanalların iltihaplanması, kanaldaki sıvılarda oluşan basınç artışı, denge sinirlerinin iltihaplanması ya da kulak kristallerinin yer değiştirmesi ile oluşur.

Sıra Sizde

Görme ve işitme engelli kişilerin karşılaştığı sorunlara dikkat çekmek ve çevrenizdeki bireyleri bilinçlendirmek amacıyla sosyal farkındalık etkinlikleri (proje, kamu spotu, broşür vb.) hazırlayınız. Hazırladığınız etkinliği sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

11.1.1.7. Duyu Organlarının Sağlıklı Yapısının Korunması

İnsanın bulunduğu ortamda çevresi ile iletişimini sağlayan ve pek çok olayın algılanmasında görevli olan duyu organlarımızın sağlığı çok önemlidir. Genel olarak duyu organlarımızın sağlığını olumsuz etkileyen etmenler ve almamız gereken önlemler aşağıda açıklanmıştır:

- Gözlerimiz dış dünya ile bağlantımızı sağlayan organlarımız olduğundan gözlerimizin dinlendirilmesi önemlidir.

• Televizyon ile gözümüz arasında en az üç metrelik mesafe olmalıdır.

• Yüzükoyun yatarak veya loş ışıkta kitap okumamalı, ders çalışılmamalıdır.

• Kitap ile göz arasında 40 cm mesafe olmalıdır.

• Sinir sistemi ve duyu organlarının sağlığının korunmasında yeterli ve dengeli beslenme önemlidir. Az ışıkta görmemizi sağlayan çubuk hücrelerin yapısında bulunan ışığa duyarlı rodopsin molekülünün sentezi için A vitamini gereklidir. A vitamini eksikliğinde rodopsin sentezi gecikir ve gece körlüğü ortaya çıkar.

• Koyu renk camlı gözlükler kullanılarak göz, parlak ışıktan korunmalıdır.

• Trahom, bakterilerin neden olduğu ve körlüğe kadar gidebilen bulaşıcı bir hastalıktır. Bu nedenle kirli eller ile gözler ovuşturulmamalı, mendil, havlu, lens gibi malzemeler ortak kullanılmamalıdır.

• Gürültü insanda psikolojik rahatsızlıklar oluşturur. Yüksek basınç, kulağa vurmak ya da sivri aletlerle kulağı karıştırmak kulak sağlığı açısından zararlıdır. Suya dalarken kulakları vazelinli pamukla tıkamak kulağa su kaçmasını önlediğinden önemlidir.

• Kulak, burun ve boğaz ile ilişkilidir. Boğaza yerleşen bazı mikroorganizmalar östaki borusu aracılığıyla orta kulağa geçerek iltihaplanmaya neden olabilir. Kulak ağrıları ve işitme güçlükleri ortaya çıkabilir. Bebeklerde östaki borusu daha kısadır. Bu nedenle boğaza yerleşen mikroorganizmalar çok kısa sürede orta kulağa ulaşarak iltihaplanma oluşturabilmektedir. Farenjit, larenjit, bademcik iltihabı gibi boğaz enfeksiyonları tedavi edilmelidir.

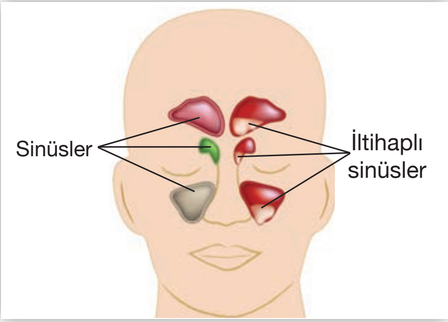
• İşitme kaybının yaşanmaması için kulak enfeksiyonlarının ihmal edilmemesi ve tedavi edilmesi önemlidir. İşitme kaybı olanlar da rahatsızlıklarının ilerlememesi için uygun işitme cihazlarından yararlanmalıdır.

• Dil yüzeyinin iltihaplanması **glossit**, ağız iç yüzeyinin iltihaplanması **aft** olarak tanımlanır. Glossit ve aft tat almayı, konuşmayı ve beslenmeyi olumsuz olarak etkiler (Görsel 1.53). Sigara, çok sıcak yiyecek ve içecekler, stres, bakteri ve virüsler tat alma duyusunun azalmasının yanı sıra ağız ve dil kanserine de neden olabilmektedir. Ağız ve diş temizliği, düzenli beslenme, sigara içmeme, diş ve diş eti hastalıklarını zamanında tedavi ettirme hem ağız ve diş sağlığı hem de genel vücut sağlığı açısından önemlidir.



Görsel 1.53: Diş etinde aft

• Kafatası içinde burun boşluğuna açılan, hava akımını sağlayarak ses tonu üzerinde etkili olan boşluklar **sinüs** olarak adlandırılır. Sinüs yüzeyindeki mukoza zarın iltihaplanması ile **sinüzit** denilen hastalık oluşur (Görsel 1.54). Nezle, sinüzit, burun kanamaları, burun tıkanıklığı koku almaya engel olabilir. Nezle sırasında mukus salgısı artar ve mukozayı tamamen örter. Moleküller, koku hücreleri ile temas edemez ve koku alma azalır. Beyinde tat duyusu, koku duyusuyla birlikte değerlendirildiğinden kokusunu alamadığımız besinlerin tadı da



Görsel 1.54: Sinüsler ve sinüzit oluşumu

tam olarak alınamaz. Islak saçlarla rüzgara çıkılmaması, üşütülmemesi, yeterli ve dengeli beslenme ile bağışıklık sisteminin güçlendirilmesi bu hastalıklardan korunmayı sağlar.

• Dokunma duyusu olan deri, koruyucu bir tabaka olarak vücudu sarar. Deri temizliği, derinin görevlerini yerine getirebilmesi ve genel vücut sağlığı açısından önemlidir.

Ne Öğrendik

İşitme sırasında gerçekleşen olayların sırası aşağıda belirtilmiştir. Boş bırakılan kutucukları uygun sözcüklerle tamamlayınız.

Dış kulak yolundan gelen ses dalgaları → Kulak zarının titreşimi → a. ____________
↓
Oval pencere zarının titreşimi → İç kulaktaki sıvıların hareketi → b. ____________
↓
Korti organının uyarılması → c. ____________ → Duyu sinirinde impuls oluşumu
↓
ç. ____________ → Beynin korteksi

Sıra Sizde

Sınıfta arkadaşlarınızla 5 grup oluşturunuz. Her grubun bir duyu organını seçmesini sağlayınız. Seçtiğiniz duyu organı rahatsızlıklarının tedavisiyle ilgili teknolojik gelişmeler hakkında çeşitli kaynaklardan araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfınızda sunum yaparak arkadaşlarınızla paylaşınız.

Okuma Metni

HAYVANLAR DÜNYAYI NASIL ALGILIYOR?

Çevremizde olup biten birçok şeyi duyu organlarımız aracılığı ile duyuyor, kokusunu alıyor, görüyor, tadıyor ve hissediyoruz. Hayvanlar da yaşadıkları dünyayı tıpkı bizim gibi duyu organları sayesinde algılıyor. Ancak pek çoğu bizdekilerden daha farklı duyu organlarına ya da daha keskin duyulara sahiptir. Peki, hayvanlar çevrelerinde olup bitenleri hangi yollarla algılıyor?



Duyu organları pek çok hayvanın vücudunun belirli bölgelerinde bulunsa da bazı yayın balıkları için durum biraz farklıdır. Bu balıklar, tüm vücutlarıyla tat alabilirler. Bunu da derilerinin yüzeyine yayılan tat alma tomurcukları sayesinde yaparlar. Tat moleküllerine karşı hassas olan tat alma tomurcukları yayın balığının özellikle ağzının kenarlarında ve buradaki kedi bıyığına benzeyen uzantılar üzerinde bulunur. Bu özellikleri sayesinde avlarının tadını onları yemeden önce alabilirler. Tat alma tomurcukları yalnızca avlarının tadını tespit etmelerine değil tadın yoğunluğunu algılamalarına da yarar. Böylece suyun altında, çamurlu zeminler gibi bulanık bir ortamda bile tat yoğunluğunu takip ederek avlarının yerini rahatlıkla bulabilirler. Bazı yayın balıklarının vücudunda yüz binin üzerinde tat tomurcuğu bulunur.



Yusufçuklar, bileşik göz yapısına sahip canlılardandır. Bir yusufçuğun gözlerinin her biri ommatidia adı verilen, 30 bine yakın bal peteği biçiminde küçük gözden oluşur. Bu gözler her yönden gelen görüntüleri toplayarak birleştirir ve mozaiğe benzeyen yeni bir görüntü oluşturur. Yusufçukların gözleri insanlarınkine göre çok daha fazla rengi ayırt edebilir. Bunun yanı sıra morötesi dalga boyundaki ışığı bile algılayabilirler. Hareket eden nesnelere karşı da hayli duyarlıdırlar. Gözleriyle ışığın saniyede 80 kez titreşmesini algılayabilirler. Ayrıca gözlerinin önünden geçen böceklerin kanat çırpışlarını fark edebilirler.

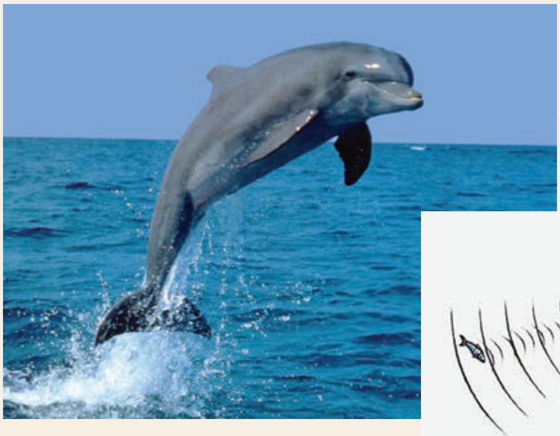


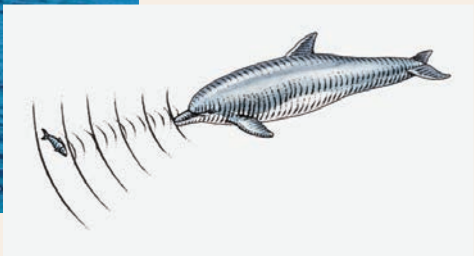
Kuzey Amerika boz ayılarının koku alma duyuları hayli gelişmiştir. Öyle ki bir hayvan leşinin kokusunu kilometrelerce uzaktan alabilirler. Bu ayıların burunlarının içinde yer alan, koku almadan sorumlu bölge insanlarınkinden yüz kat daha büyüktür. Burunlarında bir milyarın üzerinde koku alıcı bulunur. Bu koku alıcılar milyonlarca sinir hücresine bağlıdır ve algıladıkları kokuyu bu hücreler yoluyla beyne gönderirler. Böylece boz ayılar algıladıkları kokunun bir hayvan leşinden mi, çöpten mi yoksa çevrede gezinen başka bir hayvandan mı geldiğini tespit edebilirler.

Hassas koku duyuları, kendileri için tehdit oluşturabilecek bir hayvan varsa bulundukları çevreden uzaklaşmalarına, avlanmalarına ya da eş bulmalarına yardımcı olur.



Yıldız burunlu köstebek tüm hayvanlar arasında belki de en ilginç burna sahip olan hayvandır. Ancak onu özel yapan, koku alma duyusu değil dokunma duyusudur. Bu ilginç burunlu hayvan adını, burnunu yıldız biçiminde çevreleyen 22 adet uzantıdan alır. Bu uzantıların her biri dokunma duyusundan sorumlu binlerce alıcı içerir. Yıldız burunlu köstebeklerin dokunma duyusu o kadar hassastır ki toprağın altına gömülmüş bir tuz tanesinin bile varlığını algılayabilirler. Ayrıca avları olan böcek ve yer solucanlarının yerini de bu uzantılar yoluyla tespit ederler. Yıldız burunlu köstebekler bulundukları çevreyi gözleriyle değil dokunarak görürler. Burunlarının çevresindeki uzantılarıyla dokundukları her yeri üç boyutlu olarak algılayıp toprağın altında tünel kazarak ilerlerler. Sahip oldukları uzantılar toprağın ve yiyeceklerin burunlarına girmesine engel olur.





Çok hassas işitme duyusuna sahip olan yunuslar su altındayken alt çeneleri yoluyla sesleri işitirler. Bunun için öncelikle kafalarının gerisinde yer alan boşluklar yardımıyla tiz bir ses çıkarırlar. Ardından bu sesi alınlarının gerisinde bulunan özel bir organ yoluyla ses dalgası şeklinde suya gönderirler. Ses, suyun altında bir engele çarparak yankılanır. Yankılanarak geri dönen bu ses dalgası yunusların alt çenesinde toplanır ve iç kulağa iletilir. Farklı yapıdaki bu ses dalgaları yoluyla yunuslar, önlerindeki bir nesnenin ya da hayvanın varlığını, ne kadar uzakta olduğunu, biçimini ve büyüklüğünü algılayabilirler.

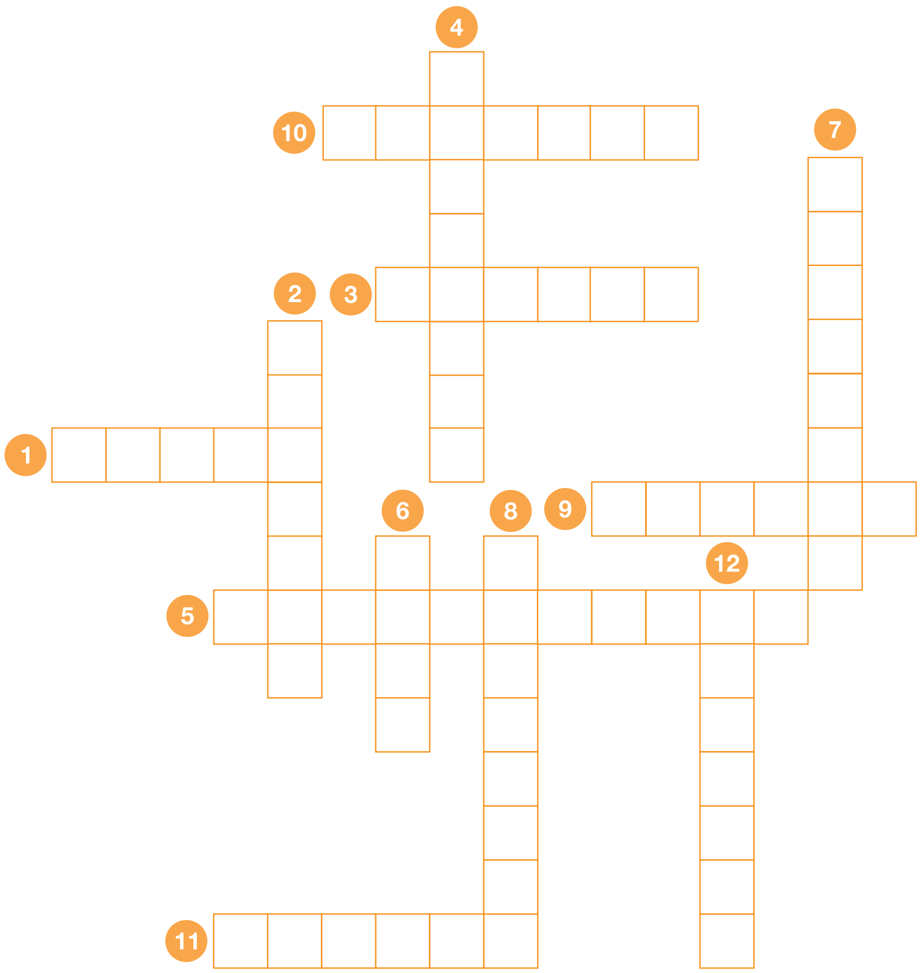
TÜBİTAK, Bilim ve Teknik Dergisi, Ocak 2015

(Düzenlenmiştir.)

1. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Bulmaca

Aşağıdaki bulmacayı çözünüz.



1. Sinir hücresi.
2. Sinir hücresinin hücre gövdesinden çıkan uzantılar.
3. Parathormon yetersizliğinde oluşan hastalık.
4. Sinir hücrelerinin aşırı uyarılması sonucu ortaya çıkan hastalık.
5. Ara beyindeki homeostazi merkezi.
6. Orta beyin ile omurilik soğanı arasında bulunan arka beynin bir parçası.
7. Refleks merkezi.
8. Kanda glikoz düzeyini düzenleyen hormonları üreten karma bez.
9. Kalsiyum karbonat kristallerinin birikmesiyle oluşan küçük kulak taşları.
10. Hipotalamus tarafından kontrol edilen temel bez.
11. Sinir hücresinde oluşan elektriksel ve kimyasal değişim.
12. Beynin iki yarım küreden oluşan kısmı.

B. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Bir sinir hücresinin diğer doku hücrelerinden farkını nasıl açıklarsınız?

....

....

2. Sinir sistemi ile endokrin sistem arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

....

....

3. İmpuls iletimi sırasında sinir hücresinde hangi değişiklikler oluşur?

....

....

4. İmpulsun sinapstan geçiş hızının sinir hücresindekinden daha yavaş olmasını nasıl açıklarsınız?

....

....

5. Nezle olduğunuzda koku alma duyusu neden azalır?

....

....

6. Derinin vücut ısısının ayarlanmasındaki rolü nedir?

....

....

7. Bir çiviye bastığınızda oluşan refleks olayında impulsun izlediği yol nedir?

....

....

8. Ön beyni çıkarılan bir kuşta hangi davranışlar gözlenebilir?

....

....

9. Kanda kalsiyum miktarı nasıl düzenlenir?

....

....

10. Homeostazinin sağlanmasında geri bildirim mekanizmasının önemini örneklerle açıklayınız.

....

....

C. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

kornea	meninges	miyelin kılıf	ADH	koku	oksitosin	ağ
motor	hipotalamus	nörotransmitter	denge	kalsitonin	adrenalin	glikoz

1. Merkezi sinir sistemine ait nöronların aksonlarında .... bulunur.

2. Merkezî sinir sisteminden efektöre mesaj iletimini .... nöron taşır.

3. Sinapstan impulsun geçişi .... denilen kimyasallarla olur.

4. Beyini saran zarlar .... adını alır.

5. Göze gelen ışık ilk olarak .... tabakasında kırılır.

6. Görme sinirleri ve fotoreseptörler gözün .... tabakasında bulunur.

7. İç kulakta bulunan yarım daire kanalları, tulumcuk ve kesecik .... olayının sağlanmasında görevlidir.

8. Tat duyusu .... duyusu ile birlikte değerlendirilir.

9. Hipotalamusta sentezlenen ve hipofizin arka lobunda depolanan hormonlar .... ve .... hormonlarıdır.

10. Vücut sıcaklığının düzenlenmesi, vücut su dengesi ve hipofiz bezinin denetimi ara beyinde yer alan .... tarafından gerçekleştirilir.

11. Kanda kalsiyum miktarının artması .... salgılanmasına neden olur.

12. Stresli durumlarda .... hormonunun salgılanması artar ve karaciğerdeki glikojenin yıkılması ile kandaki .... düzeyi yükselir.

Ç. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Ara nöronlar, duyu ve motor nöronlar arasındaki bağlantıyı sağlar. (......)

2. Akson çapı ne kadar büyükse impulsun iletim hızı o kadar yavaş olur. (......)

3. Bir sinir hücresinde uyarının eşik değerin üzerinde olması impulsun hızını ve şiddetini artırır. (......)

4. İmpulsun sinapstan geçişi, nörotransmitter maddelerle sağlanır. (......)

5. Refleks faaliyetleri yalnızca omurilik tarafından denetlenir. (......)

6. Fazla ışıkta gözbebeklerinin küçülmesini orta beyin sağlar. (......)

7. Omurilik soğanı zedelenen kişide iç organların çalışması devam eder. (......)

8. Reseptörlerle bağlantılı olan duyu nöronları omuriliğe arka kökten girer. (......)

9. İnsan gözünde ışığa duyarlı reseptörler korneada bulunur. (......)

10. Koku reseptörlerinin uyarılmasıyla oluşan impulslar talamustan beyin kabuğuna iletilerek yorumlanır. (......)

D. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Solunum, sindirim, dolaşım ve boşaltımla ilgili refleks olaylarını düzenleyen sinir merkezi aşağıdakilerden hangisidir?

A) Omurilik soğanı
B) Ön beyin
C) Omurilik
D) Ara beyin
E) Beyincik

2. I. İstemli kas faaliyetlerini denetler.
II. Motor ve duyu sinirlerinden oluşur.
III. Motor sinirlerden oluşur.
IV. İstemsiz hareketlerin kontrolünü sağlar.
V. Merkezi beyindir.
VI. Merkezi omurilik, omurilik soğanı ve hipotalamustur.

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri somatik sinir sistemine, hangileri otonom sinir sistemine aittir?

	Somatik sinir sistemi	Otonom sinir sistemi
A)	I, III, IV	II, V, VI
B)	I, II, V	III, IV, VI
C)	III, V, VI	I, II, IV
D)	III, IV	I, II, V, VI
E)	II, IV, V	I, III, VI

3. I. Duyular algılanamaz.
II. Felç görülür.
III. Soluk alıp verme gerçekleşemez.

Omuriliğin ön kökünden çıkan motor sinirler kesildiğinde, yukarıda belirtilen olaylardan hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) I, II ve III

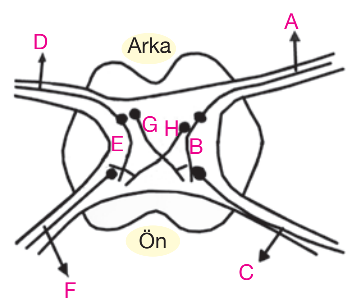
4. İnsanda ön beyin işlev görmüyorsa;

I. Duyular algılanamaz.
II. Solunum, sindirim, boşaltım gibi hayati fonksiyonlar devam eder.
III. İstemli kas faaliyetleri yapılamaz.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) I ve III
D) II ve III
E) I, II ve III

5.



Yukarıdaki şekilde omuriliğin enine kesiti gösterilmiştir.

Buna göre sağ eline iğne batan bir insanda oluşan refleks yayında impulsun taşınma yolu hangi sırada gerçekleşir?

A) D, E, F
B) A, B, C
C) D, E, C
D) A, H, F
E) D, G, C

6. I. Gözün önden arkaya olan çapı normalden daha uzundur.
II. Görüntü retinanın arkasına düşer.
III. Göz merceği normalden daha incedir.

Yukarıda belirtilen özelliklerden hangileri miyopi için söylenebilir?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) II ve III
E) I, II ve III

7. İnsanda dengenin sağlanması sırasında aşağıdaki yapılardan hangisi görev almaz?

A) Göz

B) Yarım daire kanalları

C) Korti organı

D) Tulumcuk

E) Ayak tabanındaki basınca duyarlı hücreler

8. I. Solunuma yardımcıdır.

II. Boşaltıma yardımcıdır.

III. Vücut sıcaklığının ayarlanmasına yardımcıdır.

IV. Mikroorganizmalara karşı antikor üretir.

V. Yağ salgılar.

Yukarıda belirtilen özelliklerden hangisi derinin görevleri arasında sayılamaz?

A) I B) II C) III D) IV E) V

9. Duyu organlarından gelen impulsların değerlendirildiği duyu merkezleri, beynin hangi kısmında bulunur?

A) Arka beyin B) Ara beyin

C) Beyincik D) Hipotalamus

E) Beyin kabuğu

10. Koku duyusu ile ilgili olarak aşağıda belirtilen;

I. Kokunun algılanabilmesi için koku moleküllerinin mukusta çözünmesi gerekir.

II. Koku reseptörleri burun içindeki mukoza tabakasında yaygın olarak bulunur.

III. Koku reseptörlerinin uyarılması ile oluşan impulslar talamustan beyin kabuğuna iletilerek yorumlanır.

ifadelerinden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) II ve III E) I, II ve III

11. Memeli bir hayvanın tiroit bezi çıkarıldığında aşağıdaki olaylardan hangisi gözlenmez?

A) Karbonhidrat, protein ve yağ yıkımı azalır.

B) Metabolizma faaliyetleri yavaşlar.

C) Hücrelerin O_2 tüketimi artar.

D) Vücut sıcaklığı düşer.

E) Yorgunluk ve uyuma isteği artar.

12. I. Vücut sıcaklığı artar.

II. Kanda adrenalin miktarı artar.

III. Kalp atışı hızlanır.

IV. Kanda glikoz miktarı azalır.

Sağlıklı bir insanda korku ve heyecana bağlı olarak yukarıda belirtilen olaylardan hangileri görülür?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) I, II ve IV E) II, III ve IV

13. I. Tetani → Parathormon

II. Miksodema → Tiroksin

III. Addison → Aldosteron

IV. Şekersiz şeker hastalığı → İnsülin

Yukarıda belirtilen hastalıklar, bu hastalıklara neden olan hormonlar ile eşleştirilmiştir.

Buna göre doğru olmayan eşleştirme aşağıdaki seçeneklerin hangisinde verilmiştir?

A) Yalnız III B) Yalnız IV C) I ve III

D) II ve III E) III ve IV

14. Hipofiz bezi hormonları ile aşağıda belirtilen hormonlardan hangisi arasında geri bildirim etkileşimi yoktur?

A) Tiroksin B) Glukagon

C) Östrojen D) Aldosteron

E) Kortizol

2. BÖLÜM: Destek ve Hareket Sistemi

Canlı organizmaya desteklik sağlayan, vücudu koruyan ve vücudun hareket etmesine yardımcı olan sistem, destek ve hareket sistemidir. Destek ve hareket sistemi kıkırdak, kemik ve kas dokudan oluşur. Bu bölümde destek ve hareket sisteminin yapısını, çeşitlerini kavrayacaksınız. Bu sistemin sağlığı için beslenme ve sporun önemini; eklem, kas ve kemiklerde oluşan bazı olumsuzlukları öğreneceksiniz.

Destek ve Hareket Sistemi			
Kemik Doku	Kıkırdak Doku	Eklemler	Kas Doku
• Sıkı kemik doku • Süngerimsi kemik doku	• Hiyalin kıkırdak • Elastik kıkırdak • Fibröz kıkırdak	• Oynar eklemler • Yarı oynar eklemler • Oynamaz eklemler	• Düz kas • İskelet kası • Kalp kası

11.1.2.1. Destek ve Hareket Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

Destek ve hareket sistemi kas ve iskelet sisteminden oluşur. Kas sistemini kas doku oluştururken iskelet sistemini kemik ve kıkırdak doku oluşturur. Embriyo döneminde kıkırdak özelliğinde olan iskelet; kalsiyum karbonat, kalsiyum fosfat gibi mineral tuzların birikmesiyle kemikleşir. Fakat kulak, burun, eklem gibi kısımlarda kıkırdak özelliği korunur. Kemikler birbirlerine eklemlerle bağlıdır ve kaslarla sarılmıştır.

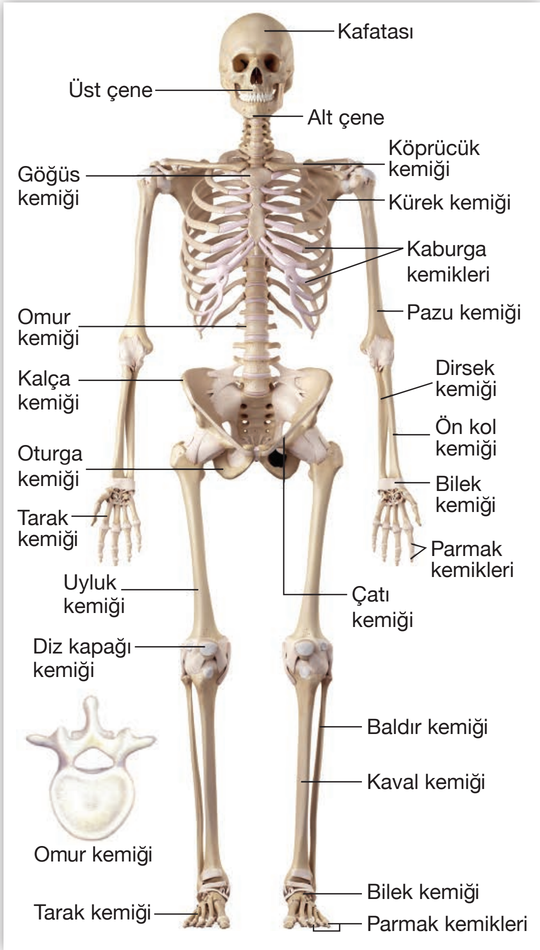
Erişkin bir insan vücudunda yaklaşık 206 kemik bulunur. İnsan iskeletini oluşturan kemikler Görsel 2.1'de gösterilmiştir. İnsan iskeleti **eksen iskeleti** ve **üyeler iskeleti** olarak iki grupta incelenir.

1. Eksen iskeleti: Baş ve gövde iskeletinden oluşur.

Baş iskeleti: Kafatası ve yüz kemiklerinden oluşur. Kafatası kemikleri birbirine sıkıca bağlı olup beyin, beyincik ve önemli sinir merkezlerini korur. Baş iskeletinde sadece alt çene kemiği hareketlidir. Kafatası kemiklerinde omurilik ve sinirlerin çıkmasını sağlayan delikler vardır.

Gövde iskeleti: Göğüs kemiği, kaburgalar ve omurgadan oluşur. Göğüs kemiği, göğsün önünde kaburgaların bağlanmasını sağlayan yassı kemiktir. Kaburgalar, göğüs kafesini oluşturarak kalp ile akciğerleri korur. Kaburgalar vücudun sırt kısmındaki omurganın omurlarına bağlıdır.

Omurga, omurların üst üste gelmesiyle oluşur. Omurlar arasında kıkırdak diskler vardır. Kıkırdak yüzeyi bağ doku ile çevrilidir. Bu yapı hareket sırasında omurların aşınmasını önler. Her omurda bulunan omur deliklerinin üst üste gelmesiyle oluşan omurga kanalını omurilik doldurur. Omurga, omuriliği korur ve vücudun dik durmasını sağlar. Kaburga ve iç organların bağlanma yerlerini oluşturur.



Görsel 2.1: İnsan iskeletini oluşturan kemikler

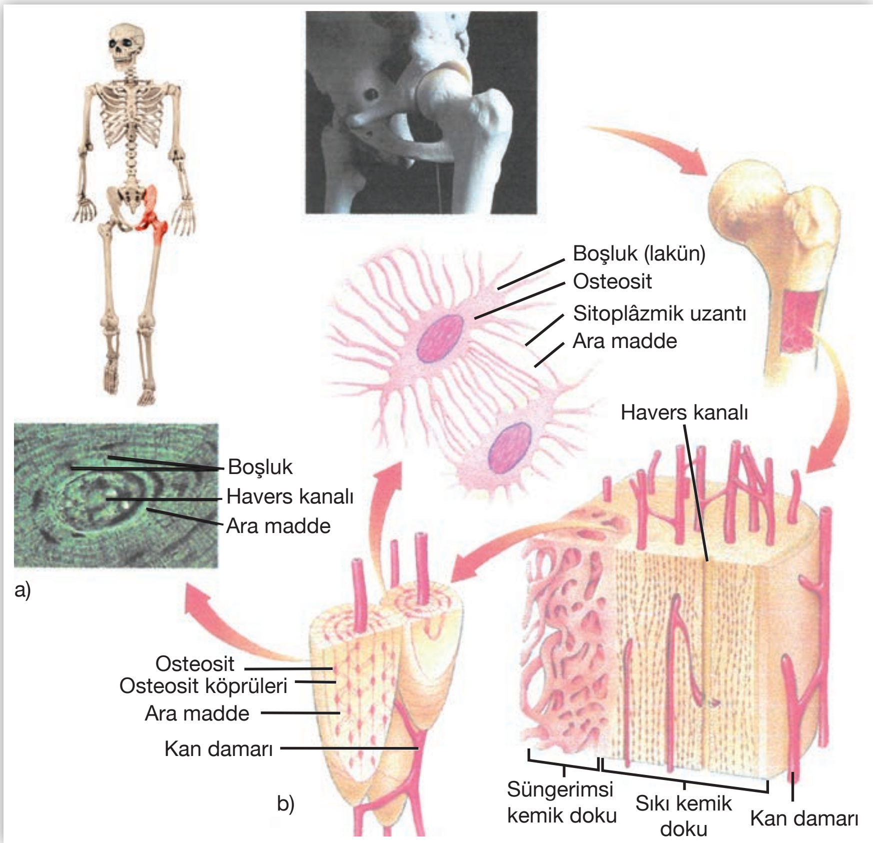
2. Üyeler iskeleti: Üye kemerleri (omuz kemeri, kalça kemeri) ile kol ve bacak kemiklerinden oluşur. Omuz kemeri, önde köprücük, arkada kürek kemiklerinden; kalça kemeri ise kalça, çatı ve oturga kemiklerinden oluşur.

Kol kemikleri; pazu, ön kol, dirsek, el bilek, el tarak ve el parmak kemikleri olarak; bacak kemikleri ise uyluk, diz kapağı, kaval, baldır, ayak bilek, ayak tarak ve ayak parmak kemikleri olarak isimlendirilir.

A. Kemik Doku ve Çeşitleri

Yetişkin bir insan iskeletinin ana yapısını canlı ve dinamik bir yapı olan kemik doku oluşturur. Kemik dokunun %20-25'i su, %30'u organik madde, %45-50'si inorganik maddelerden oluşmaktadır. Kan damarları ve sinir hücreleri bakımından zengin olan kemik dokuda hücreler azınlıkta, hücreler arası maddeler çoğunluktadır. Kemik hücrelerine **osteosit** denir. Osteositler, kollajen yapıdaki ara madde (matriks) içinde bulunurlar. Kemik doku ara maddesi **osein** olarak adlandırılır. Ara madde hem organik hem inorganik maddelerden oluşur. Ara maddenin organik kısmını protein içerikli kollajen lifler, inorganik kısmını çok miktarda kalsiyum fosfat ve kalsiyum karbonat tuzları oluşturur.

Ara madde içinde az miktarda sodyum, magnezyum ve demir tuzları da bulunur. Ara madde, kalsiyum bakımından doymuş olduğundan kemik dokusu serttir. Çocuklarda kemikler daha esnektir ve kırılmaya karşı dirençlidir. Yaşla birlikte kemik dokudaki mineral tuz miktarı arttığından kemik dokunun sertliği, dolayısıyla kırılganlığı artar. Kemik dokunun yoğun ara maddesi kemik hücreleri tarafından salgılanır. Kemik hücreleri, kemik dokusundaki **lakün** adı verilen boşluklarda yer alır ve sitoplazmik uzantılarla birbirine bağlanır (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Kemik dokunun a) Elektron mikroskobunda (0,5 µm), b) Şematik görüntüsü

Kemiklerin görevleri

- Vücuda şekil verir ve desteklik sağlar.
- Kaslarla birlikte vücudun hareket etmesinde görev alır.
- Kas ve tendonların tutunma yüzeyini oluşturur.

- Merkezî sinir sistemi organları ile kalp ve akciğer gibi yaşamsal organları korur.
- Kalsiyum, fosfor, magnezyum gibi mineralleri depolar.
- Kemik iliği, kan hücrelerinin yapımında görev alır.

1. Doku Yapısına Göre Kemik Çeşitleri

Kemikler doku yapısına göre sıkı (sert) kemik doku ve süngerimsi kemik doku olmak üzere iki grupta incelenir.

a. Sıkı kemik doku: Kemiklerin en dış tabakasıdır. Sıkı kemik doku; kalsiyum fosfat, kalsiyum karbonat ve magnezyum fosfatın birikmesinden dolayı sert bir yapıya sahiptir. Uzun kemiklerin gövdesinde ve baş kısmındaki süngerimsi kemiğin üzerinde, diğer kemik çeşitlerinin ise dış yüzeyinde yer alır. Sıkı kemiklerde kan damarları ve sinirlerin geçmesini sağlayan **Havers kanalları** bulunur. Havers kanallarını birbirine bağlayan yan kanallar da **Volkmann kanalları** adını alır. Havers kanallarının etrafı iç içe geçmiş daireler şeklinde sıralanmış lamelli yapıya sahiptir. Lamellerin birleşme yerlerinde bulunan kemik hücreleri, sitoplazmik uzantılarla hem birbirine hem de havers kanallarına bağlıdır. Gereksinim duyulan besin ve oksijen kanallardaki kan damarlarından sağlanırken atık ürünler de aynı yolla kana verilir.

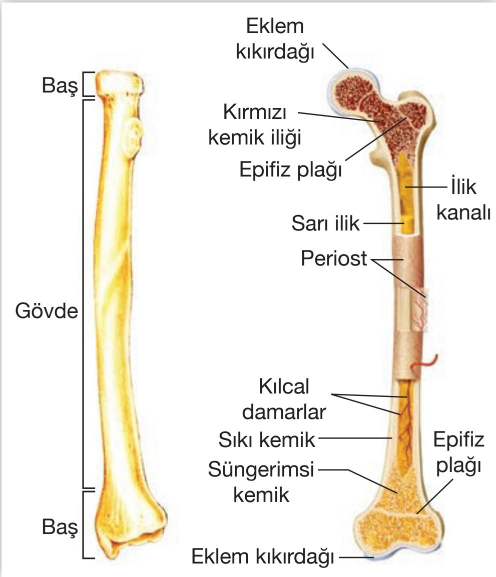
b. Süngerimsi kemik doku: Uzun kemiklerin başlarında, diğer kemiklerin iç kısımlarında gözenekli bir yapı olarak bulunur. Sıkı kemiğe oranla daha yumuşaktır. Süngerimsi kemik dokunun arasındaki boşlukları kırmızı kemik iliği doldurur. Kırmızı kemik iliğinde kan hücreleri üretilir. Süngerimsi kemikte, sıkı kemikteki kanallar bulunmaz.

2. Şekline Göre Kemik Çeşitleri

Kemikler şekillerine göre uzun, yassı, kısa ve düzensiz şekilli kemikler olmak üzere dört çeşittir.

Tüm kemiklerin dış yüzeyinde **periost** denilen kemik zarı bulunur. Periost, bağ dokudan oluşur ve kemik dokuda bulunan kanallar ile ilişkilidir. Zengin kan damarlarına sahip olan periost kemiğin beslenmesini, onarımını ve kalınlaşmasını sağlar.

a. Uzun kemikler: Kolda pazu, dirsek, ön kol kemiği ve el parmak kemikleri; bacakta uyluk, baldır, kaval kemiği ve ayak parmak kemikleri ile köprücük kemiği uzun kemiktir. Bu kemiklerin iki ucundaki şişkin kısımlara baş bölgesi, ortada kalan kısma gövde bölümü denir. Uzun kemiklerin baş kısmındaki süngerimsi kemiğin boşluklarını kırmızı kemik iliği doldururken gövdesinde bulunan kanal şeklindeki boşluğu sarı kemik iliği doldurur (Görsel 2.3). Uzun kemiklerin başı ile gövdesi arasında kemiğin boyuna uzamasını sağlayan ve kıkırdak dokudan oluşan bir tabaka bulunur. **Epifiz plağı** denilen bu tabaka ergenlik dönemi tamamlandığında kemikleşir ve kemiklerde boyca uzama durur.



Görsel 2.3: Uzun kemiğin boyuna kesiti

b. Yassı kemikler: Kürek kemiği, kafatası kemiği, göğüs kemiği, kalça kemiği, kaburga kemikleri yassı kemik yapısına sahiptir.

c. Kısa kemikler: El ve ayak bileklerindeki kemiklerdir.

ç. Düzensiz şekilli kemikler: Belli bir şekli olmayan kemiklerdir. Yüzdeki bazı kemiklerle omurlar düzensiz şekilli kemik olarak adlandırılır.

Sıra Sizde

Kemik dokunun daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

Etkinlik: Kemik Yapısının İncelenmesi

Amaç

Kemiklerin yapısını kavrama

Araç Gereçler



Büyüteç, bisturi, maşa, diseksiyon küveti, kasaptan alınmış çeşitli kemik örnekleri, iskelet maketi veya levhası, %0,3'lük HCl çözeltisi, ispirto ocağı, sacayağı, kıskaç, havan, su, plastik eldiven.

Ön Hazırlık

Etkinliğinizi yapacağınız tarihten bir hafta önce kasaptan tavuk bacağı, kaburga ve omur kemikleri alarak laboratuvara getiriniz. Getirdiğiniz kemikleri HCl çözeltisinde bir hafta bekletiniz. Etkinliği yapacağınız zaman kasaptan yine aynı kemik parçalarından alarak laboratuvara getiriniz.

Etkinliğin Yapılışı

Eldivenlerinizi giyerek kasaptan yeni aldığınız kemikleri diseksiyon küvetine koyunuz. Kemiklerin dış yüzeyini çevreleyen kemik zarını gözlemleyiniz. Zarın kemik dokuyla bütünleşmesine dikkat ediniz.

Uzun kemiğin gövde kısmında sıkı kemik yapısını, baş kısımlarında süngerimsi kemik yapısını büyüteç kullanarak gözlemleyiniz ve uzun kemiğin yapısını çiziniz.

Kaburga kemiklerinde ve kürek kemiğinde yassı kemik yapısını inceleyiniz. Şekillerini çiziniz.

Omur kemiklerini inceleyerek omur çıkıntılarına ve omur deliğine dikkat ediniz.

Gözlemlediğiniz kemik çeşitlerini iskelet maketindeki kemiklerle karşılaştırarak elinizdeki kemiğin maketteki hangi kemiğe karşılık geldiğini bulunuz.

Kemik parçalarını maşa ile tutarak her tarafından ısıtıp yakmayı deneyiniz. Soğuduktan sonra eğmeye çalışınız. Gözlemlerinizi yazınız.

Yaktığınız kemik parçalarını havanda ezmeyi deneyiniz. Gözlemlerinizi yazınız.

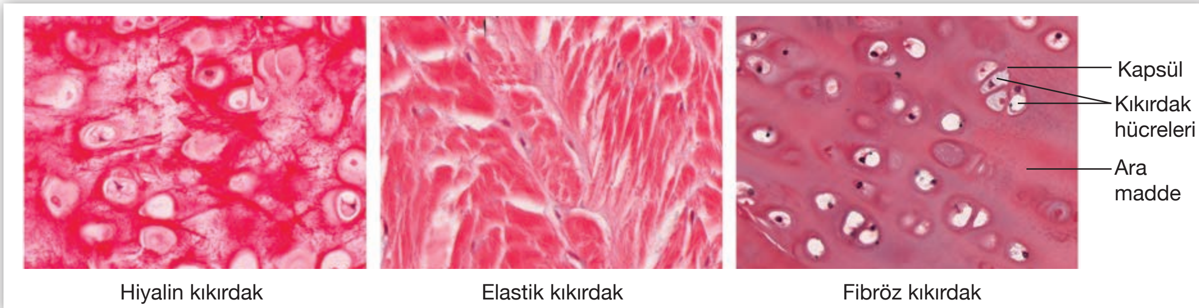
Bir hafta HCl çözeltisinde beklettiğiniz kemik parçalarını eğmeyi ve ezmeyi deneyiniz. Gözlemlerinizi yazınız. HCl içinde bekletilmemiş kemik örnekleri ile karşılaştırınız.

Değerlendirme Soruları

1. Etkinliğinizde kullandığınız kemik çeşitlerini şekillerine göre gruplandırınız.
2. Etkinliğinizde kullandığınız kemik çeşitlerinin tümünde kemik zarını gözlemleyebildiniz mi?
3. Uzun kemiklerin orta kısımdaki boşluğun görevi nedir?
4. Sıkı ve süngerimsi kemik dokuyu, kullandığınız kemik çeşitlerinin hangi kısımlarında gözlemlediniz?
5. Hangi çalışmada kemiği eğebildiniz? Kemiği yakabildiniz mi?
6. Asitte bırakılan kemikte hangi değişimleri gözlemlediniz?

B. Kıkırdak Doku ve Çeşitleri

Dayanıklı ve esnek bir doku olan kıkırdak dokuda kan damarları ve sinirler bulunmaz. Hücrelerin beslenmesi bağ dokudan difüzyon ile sağlanır. Atık maddeler de aynı şekilde kana geçer. Kıkırdak doku hücrelerine **kondrosit** denir. Kondrositler bir kapsülle çevrili büyük çekirdekli hücrelerdir. Kıkırdak dokunun ara maddesi ise **kondrin** olarak adlandırılır. Ara maddede kollajen ve elastik lifler yer alır. Kıkırdak doku, hücreler arası maddede yer alan liflerin yapısına ve düzenine göre hiyalin kıkırdak, elastik kıkırdak ve fibröz kıkırdak olmak üzere üçe ayrılır (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Kıkırdak çeşitlerinin mikroskobik görüntüleri (50 μm)

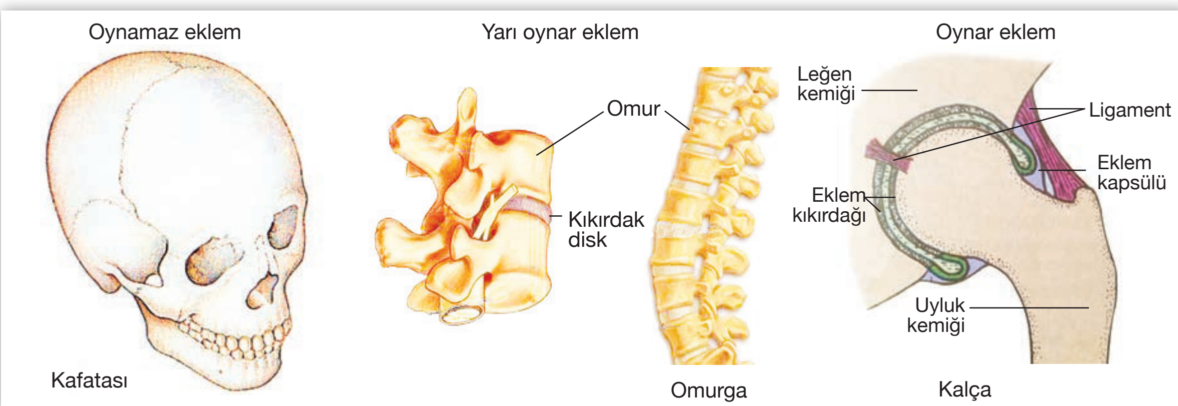
a. Hiyalin kıkırdak: Omurgalıların embriyo döneminde iskelet yapısını hiyalin kıkırdak oluşturur. Hücre ara maddesi kollajen lif içerir. Ergin bireylerde hiyalin kıkırdak; kaburga uçlarında, soluk borusunda, uzun kemiklerin eklem başlarında, burunda ve bronşlarda bulunur.

b. Elastik kıkırdak: Az rastlanan bir kıkırdak çeşididir. Hücre ara maddesi elastik lif içerdiğinden bükülebilme özelliğindedir. Kulak kepçesi, kulak yolu, gırtlak kapağı ve östaki borusunda bulunur.

c. Fibröz kıkırdak: Omurlar arası disklerde, diz kapağında ve uzun kemiklerin eklem yerlerinde bulunur. Hücre ara maddesinde çok miktarda kollajen lif içerdiğinden, basınca ve çekmeye karşı çok dirençlidir.

C. Eklemler ve Çeşitleri

Kemiklerin birbirleriyle bağlantı kurduğu, bağ doku ile örtülü bölgelere **eklem** denir. Eklemler iki ya da daha çok kemiğin birleşim alanlarıdır ve hareket özelliklerine göre oynar eklem, yarı oynar eklem ve oynamaz eklem olarak üçe ayrılır (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Eklem çeşitleri

a. Oynar eklem: Kol ve bacaklarda hareketi sağlayan eklemler ile alt çene ve 1. omur ile 2. omur arasındaki eklemlerdir. Oynar eklem bölgesinde iki kemiği birbirine bağlayan, bağ dokudan oluşan ve **ligament** denilen eklem bağları bulunur. Ligamentler çok miktarda kollajen lif içerdiğinden eklemlere direnç kazandırırlar.

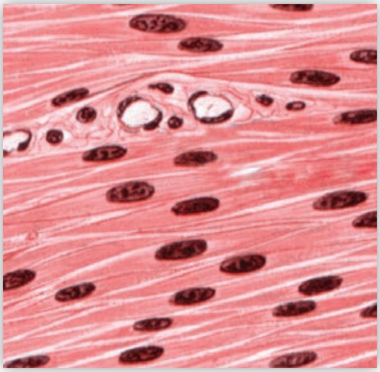
b. Yarı oynar eklem: Hareketleri kısıtlıdır. Omurlar arasındaki kıkırdak disklerde bulunur. Boyun, göğüs ve bel omurları arasındaki eklemler yarı oynar eklemlere örnektir.

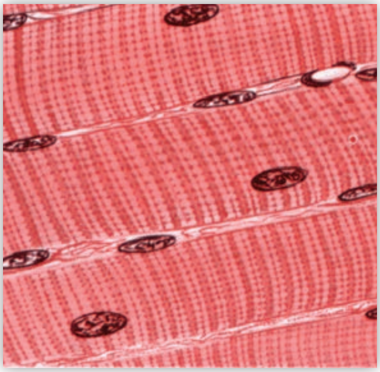
c. Oynamaz eklem: Kafatası, yüz kemikleri (alt çene hariç), sağrı ve kuyruk sokumu omurları oynamaz eklemlerle birleşmiştir. Testere dişi gibi girinti ve çıkıntılı yapıya sahip olan bu kemikler, fibröz doku yardımıyla oynamayacak şekilde birbiriyle kaynaşmıştır.

Ç. Kas Doku ve Çeşitleri

Kas doku; vücudun hareketinde, iç organların çalışmasında, soluk alıp vermede aktif rol oynar. Kas hücreleri kas telleri olarak da adlandırılır. Kas tellerinin yapısında **miyofibril** denilen ve kasılıp gevşeme özelliği gösteren protein yapıda iplikçikler bulunur. Protein yapıdaki bu iplikçiklerin kalın olanlarına **miyozin**, ince olanlarına **aktin** denir. Kasların hücre zarına **sarkolemma**, sitoplazmasına **sarkoplazma**, endoplazmik retikulumuna **sarkoplazmik retikulum**, mitokondrilerine **sarkozom** denir. Kas dokuda hücreler arası madde bulunmaz ve hücreler demetler şeklinde gruplanır. Demetler bağ dokusuyla sarılır. Bağ dokuda kas hücrelerine oksijen ve besin taşıyan, atıkları uzaklaştıran zengin kan damarları ve sinirler vardır.

Kaslar yapılarına göre düz kas ve çizgili kas olmak üzere iki çeşittir. Çizgili kaslar ise iskelet kası ve kalp kası olarak ayrılır. (Görsel 2.6).


Düz kas


İskelet kası

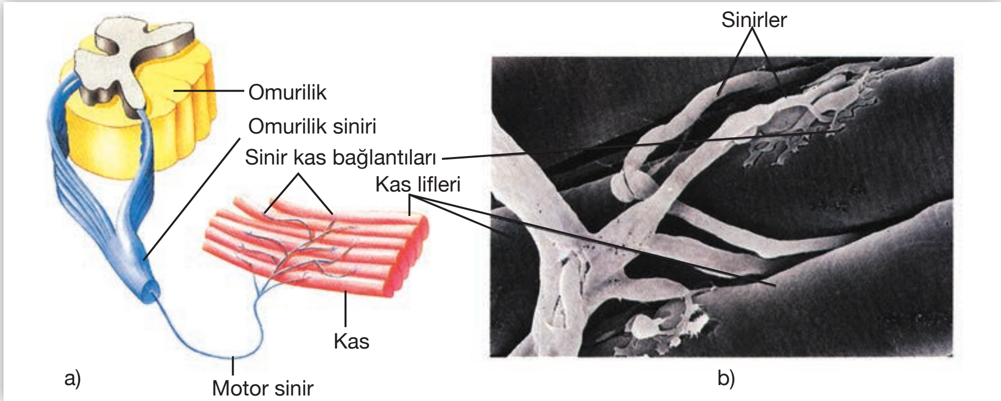

Kalp kası

Görsel 2.6: Düz kas, iskelet kası ve kalp kasının mikroskobik görüntüleri (25 µm)

a. Düz Kas: İsteğimiz dışında çalışan düz kaslar mekik şeklindeki hücrelerden oluşmuştur. Hücreler tek çekirdeklidir ve çekirdek hücrenin ortasında yer alır. Miyofibriller sarkoplazmada birbirine paralel olarak uzanır. Düz kaslar otonom sinir sisteminin kontrolünde, yavaş ve ritmik olarak çalışır. Sindirim, solunum, dolaşım, boşaltım ve üreme sistemindeki organların yapısında düz kas bulunur.

b. İskelet Kası: İskeleti dıştan çevreleyen kaslardır. İskelet sisteminin hareketini sağlayan kaslar, uzun silindirik yapılı hücrelerden oluşur ve hücreler çok çekirdeklidir. Çekirdekler hücre zarının hemen

altında yer alır. İskelet kası, somatik sinir sisteminin kontrolünde isteğimize bağlı olarak çalışır. Somatik sinirler, iskelet kaslarında birçok kola ayrılarak sonlanır (Görsel 2.7).



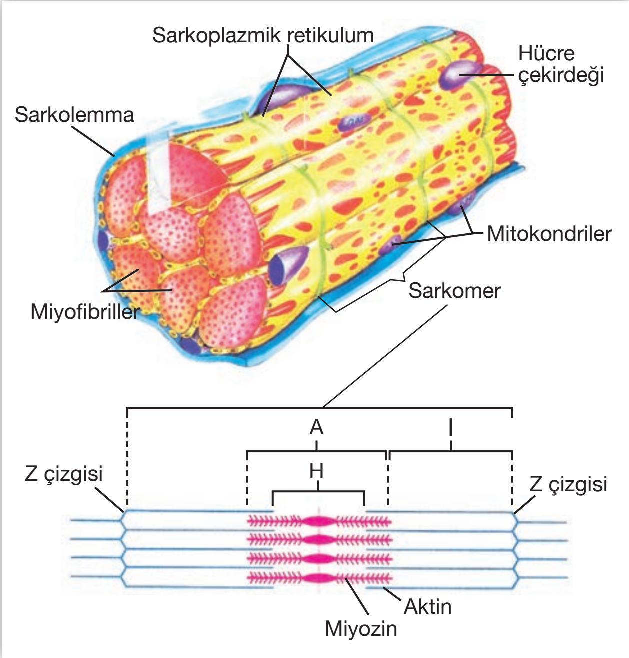
Görsel 2.7: İskelet kasının motor sinirlerle ilişkisinin a) Şematik, b) Elektron mikroskobunda görüntüsü (1 µm)

En uzun somatik sinir olan ve bacaklara giden siyatik sinirler 650 bacak kas hücresini uyarabilir. Düz kaslara oranla daha hızlı çalışan iskelet kasları çabuk yorulur. İskelet kası ve kalp kasında demir içeren bir protein yani **miyoglobin** bulunur. Miyoglobin, kasa rengini verir ve oksijen depolar.

İskelet kaslarının mikroskobik yapısı incelendiğinde miyofibrillerin açık ve koyu renkli, enine bantlar oluşturacak şekilde düzenlendiği görülür.

Kas yapısında sadece aktin iplikçiğin bulunduğu bölge ışığı az kırar ve açık renkli, miyozin ve aktin iplikçiğin birlikte bulunduğu bölge ise ışığı çok kırar ve koyu renkli görülür.

Aktin ipliklerinden oluşan ve açık renkli görülen bölge **I** bandı, aktin ve miyozin ipliklerinden oluşan koyu renkli görülen bölge **A** bandı olarak adlandırılır. **A** bandının ortasında sadece miyozin iplikçiklerin bulunduğu açık renkli bölgeye **H** bandı denir. İki **I** bandı arasındaki birleşim yerinde ise **Z** çizgisi bulunur. İki Z çizgisi arasındaki bölge **sarkomer** adı verilen kasılma birimini oluşturur. Bu bantlaşma kas telciği boyunca devam eder (Görsel 2.8).

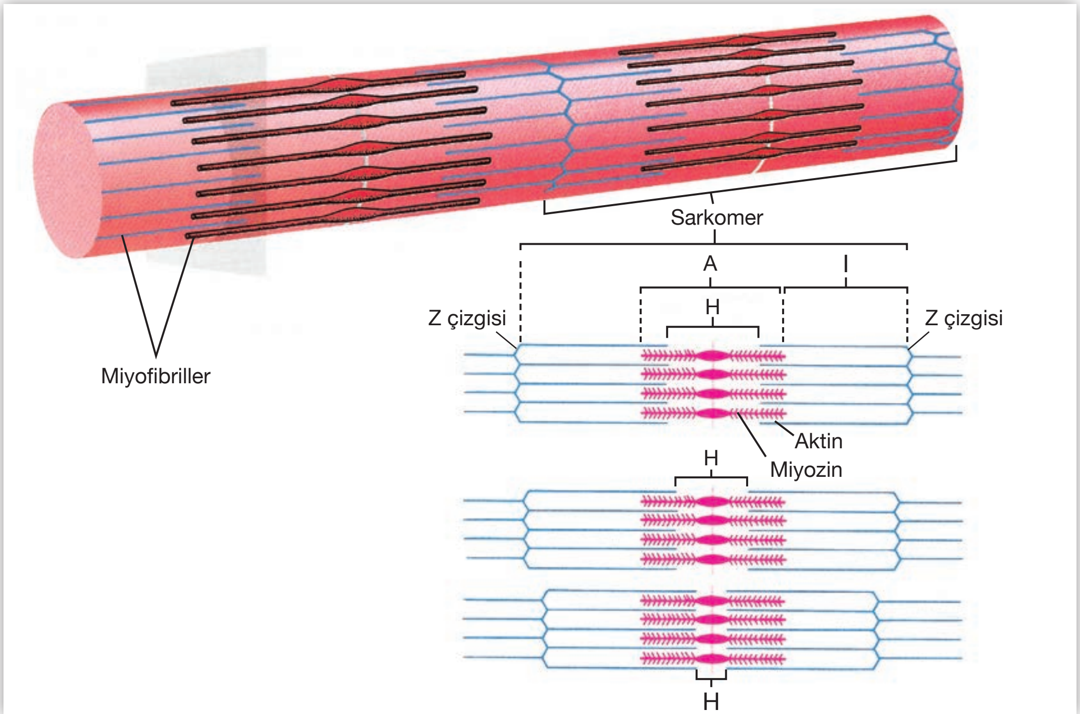


Görsel 2.8: İskelet kaslarının şematik görünümü

c. Kalp kası: Otonom sinir sistemine bağlı sinirlerle uyarılan kalp kası, istemsiz ve ritmik olarak çalışır. Çalışma şekli düz kaslara, yapısı ise iskelet kaslarına benzer. Çekirdek, hücrenin ortasında yer alır. Kalp kası hücreleri bir ya da iki çekirdeklidir. Kas iplikçikleri iskelet kasında olduğu gibi enine bantlaşma gösterir. Kalp kası, ışık mikroskobunda ince, uzun, ipliksi yapılar hâlinde görülür. Kalp kası hücreleri, uç uca geldikleri bölgelerde hücreler arası disk adı verilen özelleşmiş yapılarla birleşerek dallanmıştır. Diskler, kalp atımı sırasında elektriksel uyarının yayılmasını sağlar.

İskelet Kaslarının Kasılma Mekanizması

İskelet kasının ne şekilde kasıldığı konusuyla ilgili çalışmalarda İngiliz bilim insanı **H. E. Huxley** (Haksli) tarafından ileri sürülen model geçerlilik kazanmıştır. Bu modele göre kasılma, aktin iplikçiklerin, miyozin iplikçikler üzerine kayması ile gerçekleşir (Görsel 2.9). Kasılma sırasında iki Z çizgisi birbirine yaklaşır ve sarkomerin boyu kısalır. A bandının boyu (miyozin boyu) değişmez. I bandı daralır. H bandı görülmez olur. Dolayısıyla kas boyu kısalır ve kasılma gerçekleşir. Bu sırada aktin ve miyozin (A bandı boyu) boyu ile kasın hacmi değişmez. Aktin iplikçiklerin eski yerlerine çekilmesi ise kasın gevşemesini sağlar. İskelet kasındaki bu kasılma mekanizması **kayan iplikler modeli** olarak adlandırılır.



Görsel 2.9: Huxley'in kayan iplikler modeline göre iskelet kaslarının kasılması sırasında sarkomer boyunun kısalmasının ve H bandının daralmasının şematik gösterimi

Kasların kasılması için sinirlerle uyarılması gerekir. Uyartıları taşıyan motor sinirlerin aksonları kas telinin üst yüzeyinde sonlanır. Bu bölgeye motor uç plak ya da **sinir-kas sinapsı** denir. Akson ucundan salgılanan ve asetilkolin denilen nörotransmitter madde, kas zarı üzerinde bulunan reseptöre bağlanır. Bu bağlanma sonucunda kas hücresinin zarında impuls başlar ve kas hücresi boyunca yayılır. Bu uyarı sarkoplazmik retikulumda depolanmış olan kalsiyum iyonunun hücre içine, aktin ve miyozin iplikçiklerin arasına yayılmasına yol açar.

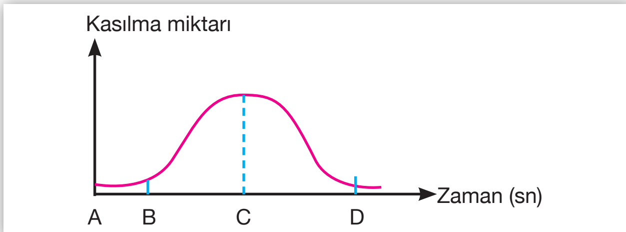
Serbest kalan kalsiyum iyonları miyozinin aktinle birleşmesini sağlarken ATP hidroliz olur. Bu sırada açığa çıkan enerji ile aktin iplikçikler miyozinler üzerinde kayarak **aktin-miyozin kompleksini** (aktomiyozin) oluşturur ve kasılma gerçekleşir. İskelet kasının gevşemesi sırasında ise kalsiyum iyonları aktif taşıma ile sarkoplazmik retikuluma geri pompalanırken magnezyum iyonları hücre içine geçer. Serbest kalan magnezyum iyonları ATP'nin hidrolizini sağlayan ATPaz enzimini aktifleştirir ve enerji üretilir. Eğer ortamda ATP bulunmazsa kas gevşeyemez, kasılı kalır.

Kasların kasılabilmesi için gerekli olan en düşük uyarı şiddetine **eşik değer** denir. Eşik değerin altındaki uyarılara kas cevap vermez. Eşik değerde ve üzerindeki uyarılara ise aynı şiddette cevap verir. Bu durum **ya hep ya hiç kuralı** olarak tanımlanır. İskelet kası dinlenme hâlinde iken kişinin bilinci açık olduğu sürece doğal bir gerginlik durumundadır. İskelet kaslarının bu hafif kasılı durumu, **kas tonusu** olarak adlandırılır. Kasılmadan sonra kasın normal durumuna dönmesine ise **kas esnekliği** (gevşeme evresi) denir. Uyarılan bir kasın, kasılıp-gevşemesi üç evrede gerçekleşir (Görsel 2.10).

Gizli evre: Kasın uyarılması ile kasılmaya başlaması arasında geçen süredir.

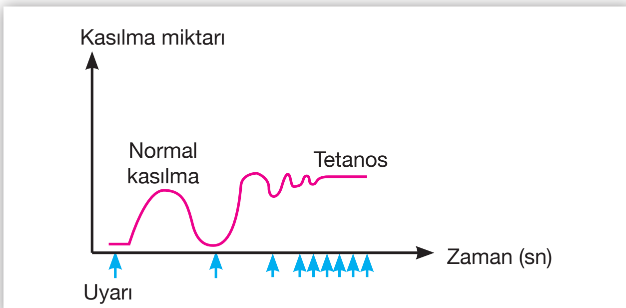
Kasılma evresi: Kasılmanın başladığı an ile gevşemenin başladığı an arasında geçen süredir.

Gevşeme evresi: Kasın gevşeyerek tekrar başlangıç durumuna geldiği süredir.



Görsel 2.10: Kaslarda kasılma ve gevşeme (AB: Gizli evre BC: Kasılma evresi CD: Gevşeme evresi)

Gevşeme anından sonra kasın tekrar uyarılmasına kadar geçen sürede kas dinlenir. Uyarıyı alan bir kasın, kasılma ve gevşeme süresi vardır. Gevşeme süresinin bitmesi beklenmeden kas kısa aralıklarla uyarılırsa tam olarak gevşeyemez. Böyle bir kas esnekliğini kaybeder ve sertleşir. Uyarıların daha da sıklaşmasıyla sürekli kasılı durumda kalır. Bu olaya **tetanos** denir (Görsel 2.11).



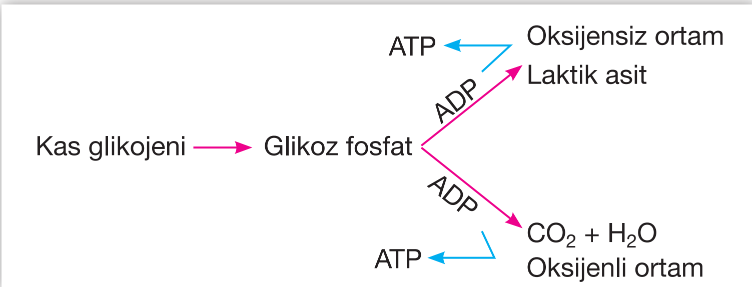
Görsel 2.11: Kasta tetanos oluşumu

Kas Enerjisinin Sağlanması

Kasların hem kasılması hem de gevşemesi sırasında enerji harcanır. Bu nedenle kas hücrelerinde mitokondri sayısı fazladır. Kas faaliyeti sırasında gerekli olan enerji kas hürcelerindeki ATP'den sağlanır. Ancak ATP hücrede depolanmadığından çok kısa bir sürede (0,5 sn.) tüketilir. Bu durumda gerekli olan enerji dinlenme hâlindeki kas hücrelerinde sentezlenen kreatin fosfattan karşılanır. Kreatin fosfat, kaslarımızın ihtiyacı olan enerjinin kısa sürede üretilmesini sağlayan kimyasal bir bileşimdir. Kreatin fosfat hidrolize uğrayarak fosfatını ADP'ye verir ve hızla ATP sentezi gerçekleştirilir.

$$\text{Kreatin fosfat} + \text{ADP} \rightleftharpoons \text{Kreatin} + \text{ATP}$$

Ancak kreatin fosfat depoları da kısıtlı olduğundan kısa bir süre sonra kas hücresi glikojen depolarını kullanır. Glikojen parçalanarak glikoz fosfata dönüşür. Glikoz fosfat kana geçemez. Sadece kaslarda enerji kaynağı olarak kullanılır. Glikoz fosfat, öncelikli olarak oksijenli solunumla yıkılır. Kas hücresinde yeterli oksijenin bulunmadığı durumlarda ise fermentasyonla laktik asit oluşturulur (Görsel 2.12).

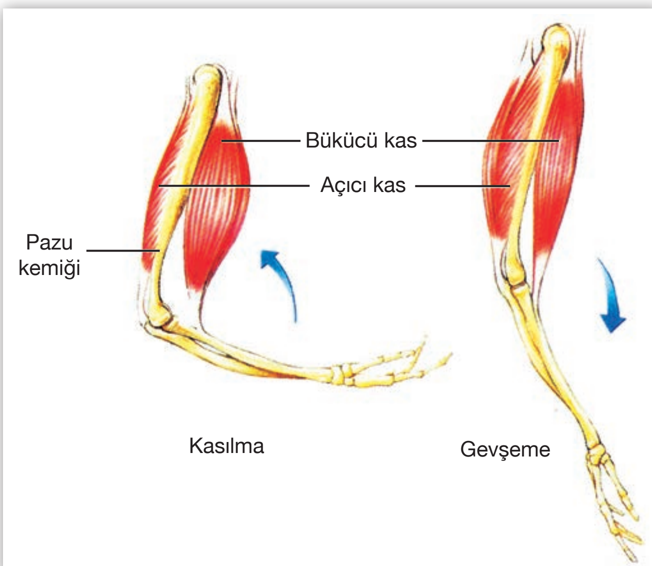


Görsel 2.12: Kaslarda oksijenli solunum ve fermantasyonla enerji elde edilmesi

Kas İskelet İlişkisi

İskelet kaslarının kemiklere bağlandıkları yerler bağ dokusundan yapılmıştır. Bu bölgelere **kas kirişleri** veya **tendon** denir. İskelet kasları bir taraftan az hareketli bir kemiğe, diğer taraftan hareketli bir ekleme bağlanır. Kasların kemiğe bağlandıkları yere **başlangıç noktası**, ekleme bağlandıkları yere **sonlanış noktası** denir.

Eklemler iskeletin farklı yönlere hareketini sağlarken kaslar bir yönde (yalnızca çekme) kuvvet uygulayabilir. Bu nedenle bazı kaslar birbirine zıt çalışarak eklemler etrafında hareket oluşturur. Hareket sırasında bir kas kasılırken diğeri gevşemektedir. Kasların bu şekilde düzenlenmesi bükücü-açıcı kas ilişkisini oluşturur ve buna **antagonist ilişki** denir. Kol ve bacak kasları örnektir (Görsel 2.13). Kasların her ikisi de kasıldığında eklem hareket etmez. Dik duruş sırasında vücudun hem ön hem arka kasları aynı anda kasılır. Bu tip hareketler sırasında aynı görevi yapan yani aynı anda kasılan ya da gevşeyen kaslara **sinerjist kaslar** denir. Karın ve sırt kasları sinerjist kaslara örnektir.



Görsel 2.13: Kolda antagonist çalışan kaslar

Sıra Sizde

Kas dokunun daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

11.1.2.2. Destek ve Hareket Sistemi Rahatsızlıkları

Enfeksiyonlar, yetersiz beslenme, hareketsizlik, darbeler, travmalar destek ve hareket sistemi rahatsızlıklıklarına neden olabilmektedir.

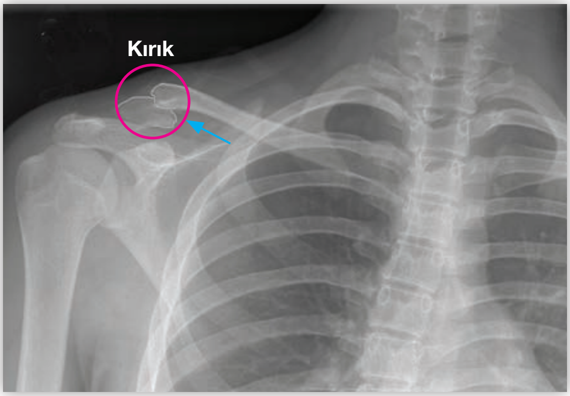
Sıra Sizde

Kırık, çıkık, burkulma, menisküs ve eklem rahatsızlıkları hakkında araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Eklem rahatsızlıkları: Bu rahatsızlıklar kalıtsal olabileceği gibi sonradan çevresel faktörlerin etkisiyle de ortaya çıkabilir. Genellikle mikroorganizmalar ve ağır çalışma şartları eklem rahatsızlıklarını ortaya çıkarmaktadır. En sık rastlanılan eklem rahatsızlıkları halk arasında romatizma olarak adlandırılan eklem romatizması ile eklem iltihabıdır. Eklem romatizmasında eklemlerde ağrı, şişme ve hareket zorluğu görülür. Özellikle çocukluk döneminde geçirilen boğaz enfeksiyonlarının uzun sürmesi, etkili bir şekilde tedavi edilmemesi sonucu kalp kapakçıkları romatizması oluşabilmektedir. Eklem iltihabı ise romatizmal nedenlerden kaynaklanabileceği gibi mikroorganizmaların eklem bölgelerine yerleşmesi ve o bölgenin iltihaplanmasıyla oluşur. Bu durumda eklem bölgesi şişer ve şiddetli ağrılar oluşur. Sağlıklı beslenmek, soğuk ve rutubetli ortamlardan uzak durmak, boğaz enfeksiyonlarını zamanında tedavi ettirmek bu hastalıklardan korunmamızı sağlar.

Kırık: Kemik bütünlüğünün çarpma, vurma, düşme sonucu bozulması olayıdır (Görsel 2.14). Genellikle merdivenden düşme, kar veya buzda kayma, trafik kazaları gibi durumlarda meydana gelir. En sık kol ve bacak kemiklerinde kırık oluşmaktadır.

Kırıkların tedavilerinde platin çubuklarla kaynaştırma, doku mühendisliği ile kırık bölgeyi kemik yamalarla onarma ve teknolojik uygulamalardan biri olan protez kullanma uygulanmaktadır.



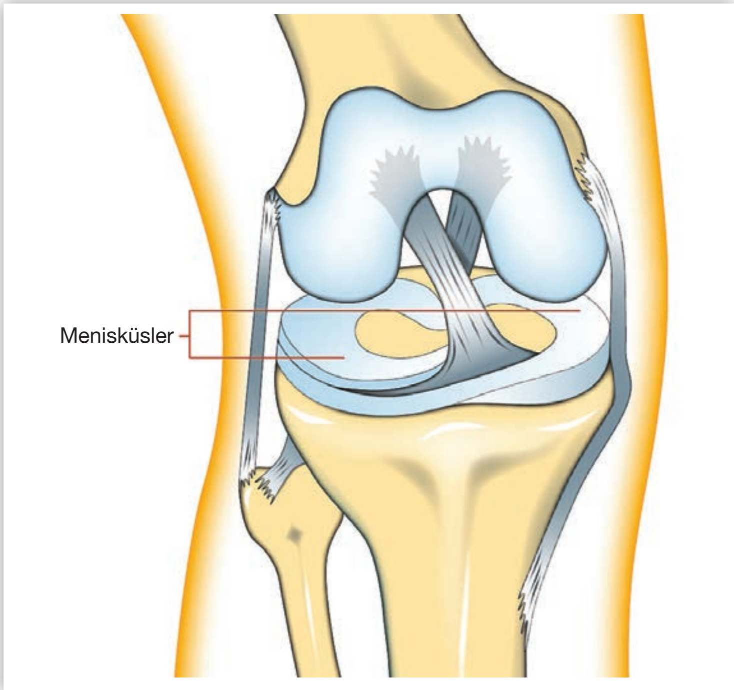
Görsel 2.14: Köprücük kemiğinde kırık

Çıkık: Oynar eklemlerdeki eklem bağlarını ve eklem kapsülünü zorlayan bir hareket sonucu kemiklerin eklem yerlerinden ayrılması olayıdır. Genellikle omuzda, parmaklarda, bilekte, kalçadaki eklemlerde meydana gelir. Eklem hareket edemez. Ağrı, şişlik ve morluk oluşur.

Burkulma: Eklemlerin çevresinde bulunan bağların ani ve sert hareketler sonucu kısmen yırtılması durumudur. Burkulma en sık ayak eklemlerinde görülür. Yüksekten atlama, ayağın içe veya dışa dönmesi, yüksek topuklu ayakkabılar burkulmaya neden olabilir.

Zorlanma: Kaslara normal olarak kaldırabileceği gücün üzerinde yük uygulanması durumunda kas liflerinin zedelenmesi ya da kopmasıdır. Yorgun veya ısınmamış kasın ani hareketi sırasında da zorlanma olabilir. Bu nedenle spor yaparken hafif hareketlerle kasların ısıtılması gerekir. Zorlanmanın olduğu bölgede ağrı ve yanma hissedilir.

Menisküs Yırtığı: Menisküs, dizde kıkırdak dokudan oluşan bir yapıdır. Dizin içine yerleşmiş olarak bulunan iki adet menisküs, eklem yüzeyini kaplar ve onu yastık gibi destekler. Eklemin harekete uyum sağlamasında etkilidir. Menisküsün zarar görmesi kireçlenmeyi artırır. Spor faaliyetleri sırasında ani hareket ve zorlanmaya bağlı olarak menüsküs yırtılması olabilir (Görsel 2.15).



Görsel 2.15: Diz içindeki menisküsler

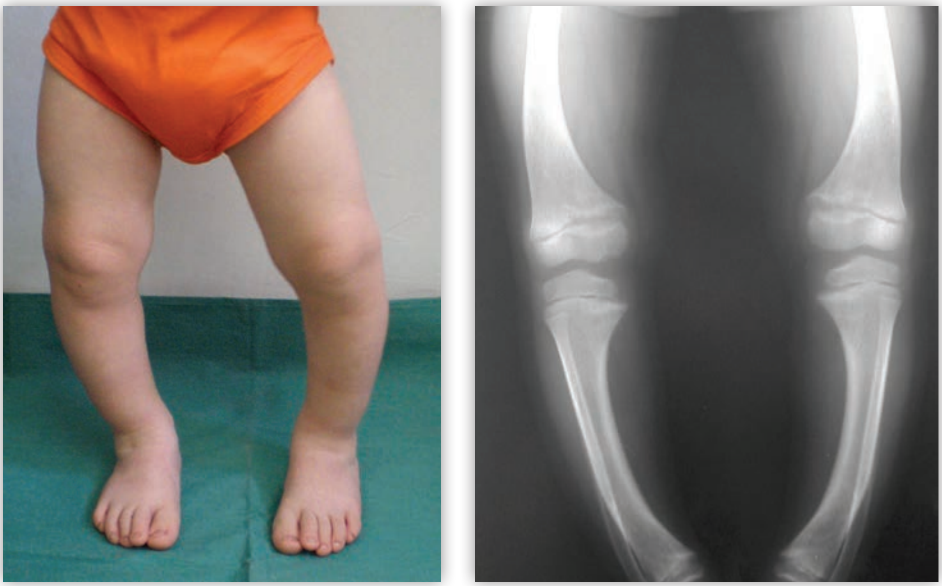
11.1.2.3. Destek ve Hareket Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması

Destek ve hareket sisteminin sağlıklı yapısının korunması için beslenme, spor ve uygun duruş son derece önemlidir.

Uygun duruş, vücudun düzgün gelişmesini sağlamak, kemiklerde şekil bozukluklarının ortaya çıkmasını önlemek için önemlidir. Bu nedenle otururken ve yürürken dik durmaya özen gösterilmelidir. Ağır yük taşınmamalı, yük taşınırken iki el birlikte kullanılarak denge sağlanmalıdır. Yerden yük kaldırılırken dizler bükülmelidir. Çantalar tek omuzda taşınmamalı, yükün eşit dağılması için sırt çantası tercih edilmelidir.

Destek ve hareket sisteminin yapısını oluşturan dokuların sağlıklı gelişimi için hayvansal ve bitkisel proteinlere, vitaminlere ve minerallere gereksinim vardır. Proteinli besinlerin yeterli miktarda alınmaması, kaslarda bulunan aktin ve miyozin proteinlerinin yıkımına yol açarak kas erimesine neden olur. Ayrıca protein eksikliği kemik hücrelerinin ara maddesindeki protein oranının azalmasına neden olduğundan kırıklar geç onarılır.

A, C, D vitaminleri kemik gelişiminde önemlidir. Özellikle D vitamini kemiklerin sağlıklı gelişimi için gereklidir. Karaciğer, yumurta sarısı, tereyağı gibi besinlerde bulunan provitamin D, güneşin ultraviyole ışınlarının etkisi ile deri altında D vitaminine dönüşür. D vitamini kalsiyumun bağırsaklardan emiliminde rol oynadığından yetersizliğinde kanda kalsiyum değeri düşer. Kemiklerden kana kalsiyum geçişi hızlanır ve kemiklerde yumuşama, diş çürümeleri, kemik eğrilikleri gözlenir. Çocuklarda bu duruma **raşitizm**, büyüklerde **osteomalazi** denir (Görsel 2.16). Hamile ve bebeğini emziren annelerin, gelişme döneminde olan çocukların ve yaşlıların D vitamini ile kalsiyum mineraline gereksinimi fazladır.



Görsel 2.16: Çocuklarda D vitamini eksikliğine bağlı bacak kemiklerinde görülen raşitizm

Spor, kasların çalışmasını düzenleyerek kan dolaşımını hızlandırır. Hücrelere daha bol besin ve oksijen gitmesini sağlar. Kas telleri ve kas dokusu güçlenerek daha dayanıklı olur. Bol oksijen ve açık havada yaşa uygun olarak yapılan sporlar, kasların ve kemiklerin sağlıklı olmasını destekler.

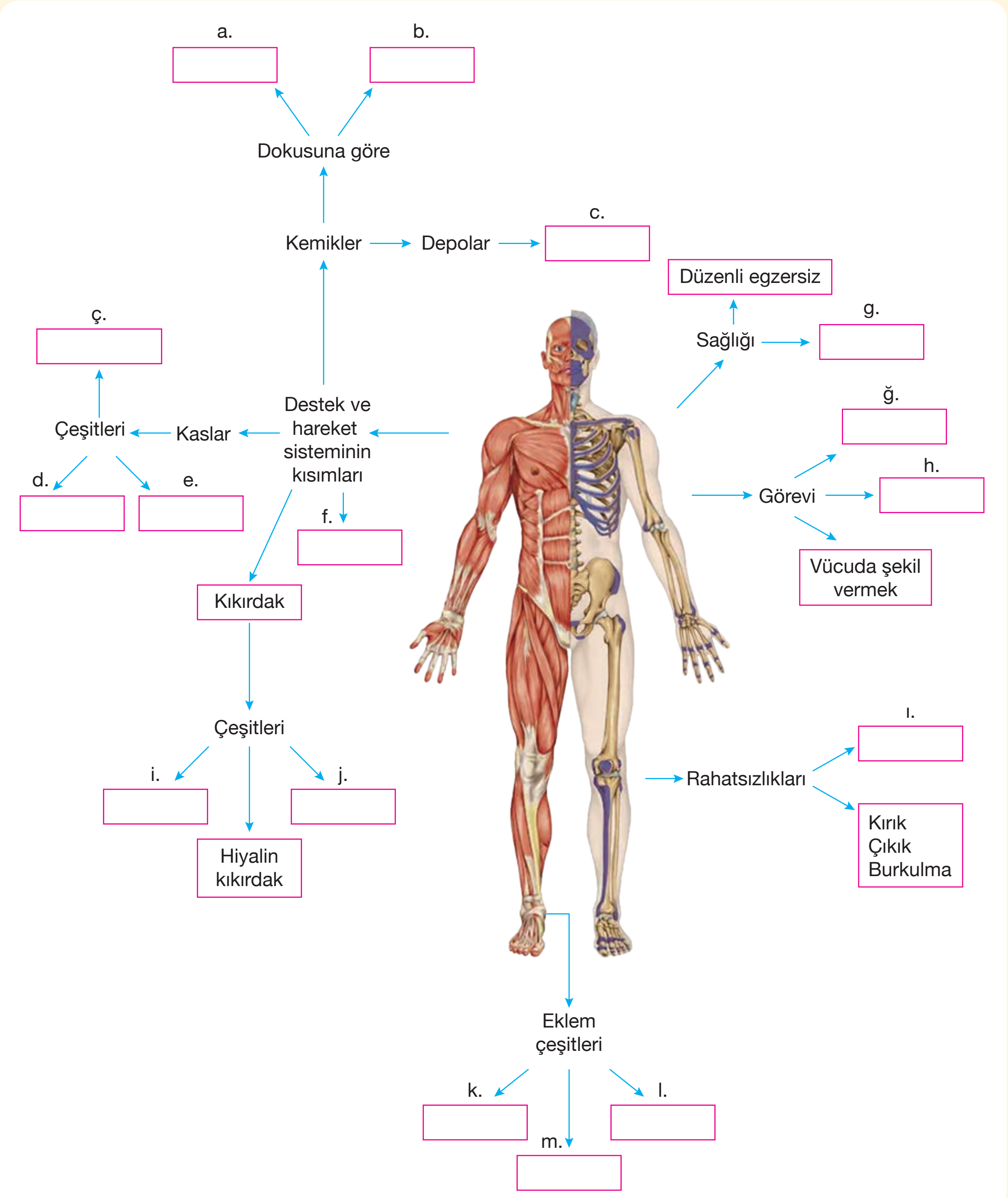
Bu nedenle yeterli ve dengeli beslenmeye özen gösterilmeli; yaş, fiziksel durum, meslek ve sağlık durumları göz önüne alınarak uygun bir spor ile kas ve iskelet sistemi desteklenmeli; uygun duruş alışkanlığı edinilmelidir.

Sıra Sizde

Destek ve hareket sisteminin sağlığı açısından sporun, beslenmenin ve uygun duruşun önemi hakkındaki düşüncelerinizi sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Ne Öğrendik

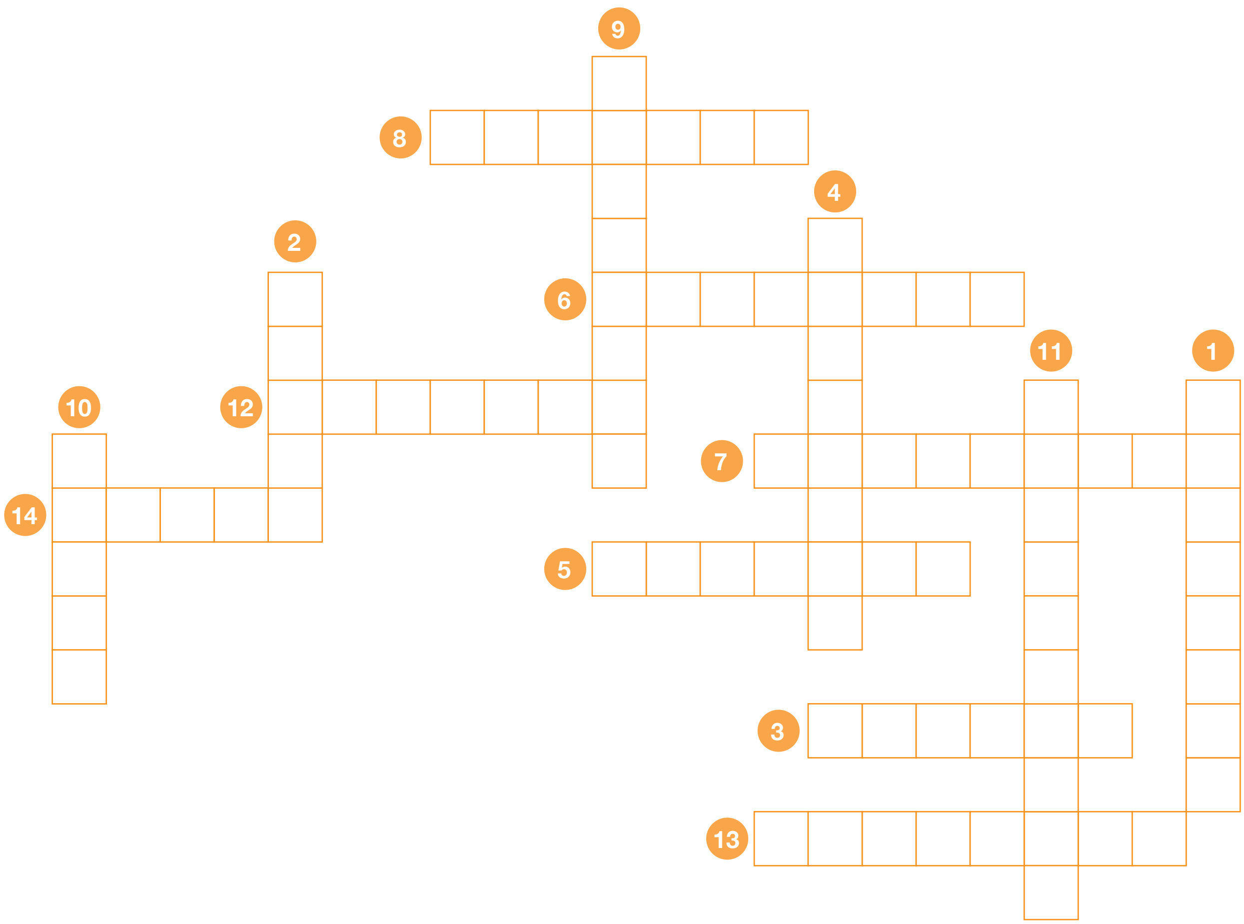
Destek ve hareket sistemi ile ilgili aşağıda bir kavram haritası verilmiştir. Öğrendiklerinizden hareketle kavram haritasındaki boş kutucukları uygun ifadelerle tamamlayınız.



2. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Bulmaca

Aşağıdaki bulmacayı çözünüz.



1. İskelet kası birimi.
2. Kemiklerin eklem yerlerinden ayrılması.
3. İskelet kasının kemiklere bağlanan kısmı.
4. Kemik hücresi.
5. Kemik ara maddesi.
6. Dizde kıkırdak dokudan oluşan yapı.
7. Eklemlerde ağrı ve şişme ile oluşan hastalık.
8. Kemik zarı.
9. İki kemiği birbirine bağlayan eklem bağları.
10. Protein yapıdaki ince kas telciği.
11. Çizgili kas dokuda demir içeren protein.
12. Kıkırdak dokunun ara maddesi.
13. D vitamini eksikliğinde oluşan kemik eğrilikleri.
14. Kemik bütünlüğünün bozulması.

B. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. İnsanda iskelet sisteminin görevi nedir?

....

....

2. Kıkırdak dokunun kemikleşmesi nasıl sağlanır?

....

....

3. Doku yapısına göre kemik çeşitlerini gruplandırınız.

....

....

4. Eklem çeşitleri nelerdir ve vücudun hangi kısımlarında bulunur?

....

....

5. Kas faaliyeti için gerekli olan enerjinin nasıl sağlandığını açıklayınız.

....

....

6. Kaslarda tetani ve tetanos olaylarını karşılaştırınız.

....

....

7. İskelet kasında kasılmayı başlatan etkenler nelerdir?

....

....

8. Antagonist ve sinerjist kaslar nasıl çalışır?

....

....

9. Kas faaliyeti sırasında kullanılan ATP, kreatin fosfat ve glikoz arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

....

....

10. Spor ve beslenmenin destek ve hareket sistemi için önemini açıklayınız.

....

....

C. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

osteosit	kapsül	eklem bağları	kas tonusu	oynar	yarı oynar
tetanos	hiyalin kıkırdak	nörotransmitter	periost	protein	oynamaz

1. Kıkırdak dokunun hücreleri .... ile çevrilidir.
2. Omurgalıların embriyo döneminde iskeletini .... oluşturur.
3. Kemik dokunun hücrelerine .... denir.
4. Kemiğin onarımını ve enine büyümesini .... sağlar.
5. Oynar eklemlerde, iki kemiği birbirine bağlayan ve bağ dokudan oluşan .... bulunur.
6. Eklemler hareket özelliklerine göre ...., ... ve .... eklemler olarak üçe ayrılır.
7. Motor nöronların akson ucundan salgılanan .... maddeler kası uyarır.
8. Kasların sarkoplazmasında bulunan miyofibriller .... yapıdadır.
9. Art arda uyarı alan kasın sürekli kasılı kalmasına .... denir.
10. Kasların dinlenme durumunda hafif kasılı olması .... olarak tanımlanır.

Ç. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Kıkırdak dokuda kan damarları ve sinirler bulunmaz. (......)
2. Tüm kemik çeşitleri içinde kırmızı ilik bulunur. (......)
3. Kemik hücreleri havers kanallarındaki kan damarlarından besin ve oksijen alır. (......)
4. Kemik dokusunu oluşturan hücrelere kondrosit denir. (......)
5. Sarı ilik tüm kemik çeşitlerinde bulunur. (......)
6. Kasılıp gevşemeyi sağlayan miyofibriller, kas hücresinin sarkoplazmasında bulunur. (......)
7. Bel omurları arasında yarı oynar eklem bulunur. (......)
8. Uyarılmış kasta, Ca^{+2} iyonlarının sarkoplazmik retikuluma girmesi ile kasılma gerçekleşir. (......)
9. Kası kemiğe bağlayan bağ doku tendon adını alır. (......)
10. İskelet sisteminde, birbirine zıt çalışan kaslara sinerjist kaslar denir. (......)

D. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Yaşlı insanlarda kemiklerin daha kolay kırılmasının temel nedeni aşağıdakilerden hangisidir?

A) Kemiğin yapısındaki organik madde miktarının azalması

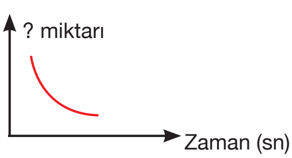
B) Büyüme hormonunun yetersiz olması

C) İnce bağırsaktan fazla miktarda Ca^{+2} iyonunun emilmesi

D) Kalsiyumun böbreklerden geri emiliminin fazla olması

E) Kandan kemiğe kalsiyum geçişinin hızlı olması

2.



Grafikte, iskelet kasının kasılması sırasında ortamda bulunan bir maddenin miktarındaki değişim gösterilmiştir.

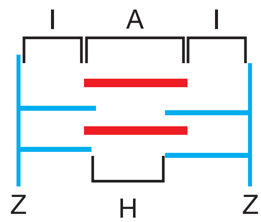
Buna göre soru işareti ile gösterilen kısma;

I. O_2 II. Kreatin III. CO_2 IV. Glikojen

moleküllerinden hangileri yazılabilir?

A) I ve II B) II ve III C) I ve IV D) III ve IV E) I, II ve IV

3.



Yukarıdaki şekilde iskelet kasının birimi olan sarkomerin yapısı gösterilmiştir. İskelet kasının kasılması sırasında asetilkolin etkisiyle sarkoplazmik retikulumdan salgılanan Ca^{+2} iyonları, aktin ve miyozin iplikçiklerinin arasına yayılır.

Bu olaydan kasılmanın oluşumuna kadar geçen sürede aşağıda belirtilen;

I. Z çizgileri birbirine yaklaşır.

II. A bandı daralır.

III. I bandı daralır.

IV. Miyozinler boyca kısalır.

V. H bandı daralır.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) II ve IV C) III ve IV D) I, II ve III E) I, III ve V

4. I. Kas tonusu hâli

II. Sinerjist kasılma

III. Antagonist kasılma

Yukarıda belirtilen kas faaliyetlerinden hangisi askerî tören sırasında hazır olda bekleyen askerlere rahat komutu verildikten sonra dengeli yürüme hareketini sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) II ve III

5. Kemiklerin yapısı ile ilgili olarak aşağıda belirtilen özelliklerden hangisi doğru değildir?

A) Kemik zarında zengin kan damarları ve sinirler bulunur.

B) Süngerimsi kemikte Volkmann kanalları, Havers kanallarını birbirine bağlar.

C) Tüm kemik çeşitlerinde kırmızı ilik bulunur.

D) Kemik zarı kemiğin beslenmesini, enine büyümesini ve onarımını sağlar.

E) Kemik hücreleri sitoplazmik uzantılarla madde alışverişi yapar.

6. Kasılan bir kasın gevşemesi sırasında aşağıda belirtilen olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) ATP tüketilir.

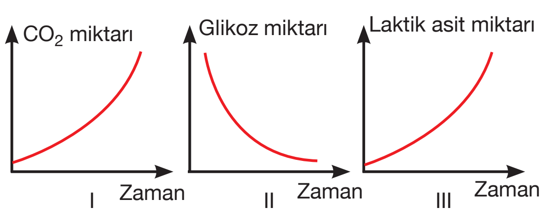
B) Ca^{+2} iyonları aktif taşımayla sarkoplazmik retikuluma geçer.

C) Z çizgileri birbirinden uzaklaşır.

D) Aktomiyozin kompleksi oluşur.

E) Aktin iplikçikler miyozinler üzerinde kayar.

7.



İskelet kasının hızlı kasılması sırasında zamanla bazı maddelerin miktarlarında oluşan değişimi yukarıdaki grafiklerden hangileri doğru göstermektedir?

A) Yalnız I B) I ve II C) I ve III D) II ve III E) I, II ve III

8. İskelet kası ile ilgili olarak aşağıda verilen ifadelerden hangisi yanlıştır?

A) Laktik asit birikimi yorgunluğa neden olur.

B) Kimyasal enerjiyi mekanik enerjiye çevirir.

C) Çalışmaları sırasında gizli evre, kasılma ve gevşeme evreleri birbirini izler.

D) Ağır egzersiz sırasında kasın kasılması için gereken O_2, miyoglobin proteininden sağlanır.

E) Kasın gevşeme durumuna tonus denir.

9. Kan damarları bulunmadığından hücrelerin besin ve oksijen gereksinimini bağ dokudan difüzyonla gerçekleştiren doku aşağıdakilerden hangisidir?

A) Yağ doku B) Kemik doku C) Kas doku D) Kıkırdak doku E) Sinir doku

10. I. Kafatası kemikleri arasındaki eklemler

II. Bel omurları arasındaki eklemler

III. Uyluk kemiği ile baldır kemiği arasındaki eklem

IV. Omurganın sağrı ve kuyruk sokumu omurları arasındaki eklemler

Yukarıda belirtilen eklem çeşitlerinden hangileri oynamaz eklemlere örnek olarak verilebilir?

A) I ve II B) II ve III C) I ve IV D) II ve IV E) I, III ve IV

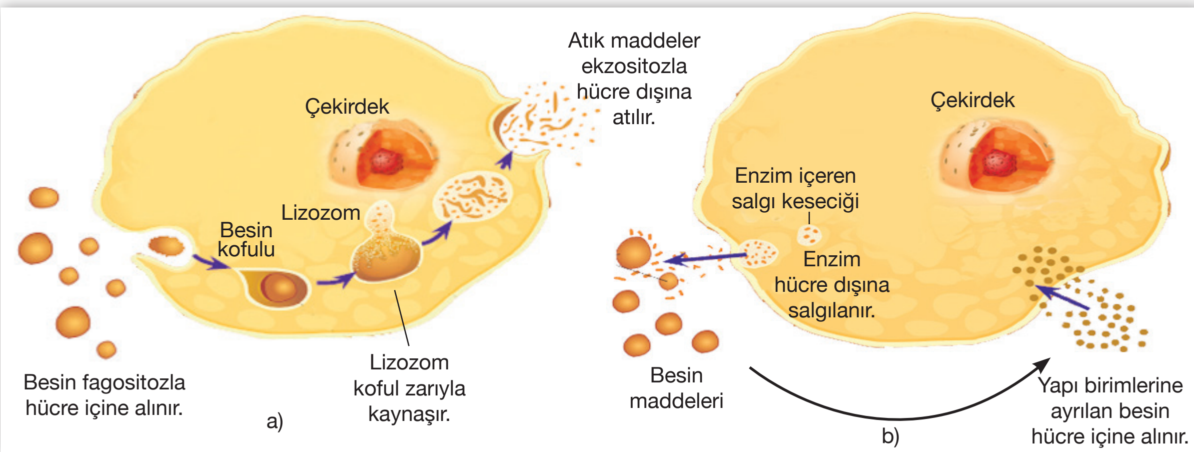
3. BÖLÜM: Sindirim Sistemi

Canlılar yaşamlarını sürdürmek için beslenmek zorundadır. Besin maddelerinden olan protein, yağ ve karbonhidratlar büyük moleküllü olduklarından hücre zarından geçemez. Bu nedenle hidroliz ile yapı birimlerine ayrılmaları gerekir.

Büyük moleküllü besin maddelerinin yapı birimlerine ayrıştırılarak hücre zarından geçebilecek hâle gelmesine **sindirim** denir. Sindirim, fiziksel ve kimyasal olarak iki şekilde gerçekleşir. Besinlerin enzim kullanılmadan dişler yardımıyla ya da kas hareketiyle mide, bağırsak, taşlıkta küçük parçalara ayrılması **fiziksel sindirim**, su ve enzimler yardımıyla yapı birimlerine ayrıştırılması ise **kimyasal sindirim** olarak tanımlanır.

Kimyasal sindirim gerçekleştiği yere göre hücre içi ve hücre dışı sindirim olarak ikiye ayrılır (Görsel 3.1). **Hücre içi sindirim**de besin maddeleri fagositoz ya da pinositoz ile hücre içine alınarak besin kofulu oluşturulur. Besin kofulu lizozom organeliyle birleşir ve besin maddeleri lizozomdaki enzimlerle yapı birimlerine ayrılır. Sindirim sonucu oluşan yapı birimleri koful zarından sitoplazmaya geçer ve hücre tarafından kullanılır. Koful içindeki atık maddeler ise ekzositozla hücre zarından dışarı atılır. **Hücre dışı sindirim**de ise besin maddeleri hücre dışına salgılanan enzimlerle sindirildikten sonra hücre içine alınır.

Hücre dışı sindirim genellikle canlıların sindirim için özelleşmiş yapılarında gerçekleşir ve hücre içi sindirime göre daha avantajlıdır. Çünkü endositozla alınamayacak kadar büyük besinlerden yararlanma olanağı sağlanır.



Görsel 3.1: a) Hücre içi sindirim, b) Hücre dışı sindirim

Sindirim sonucunda;

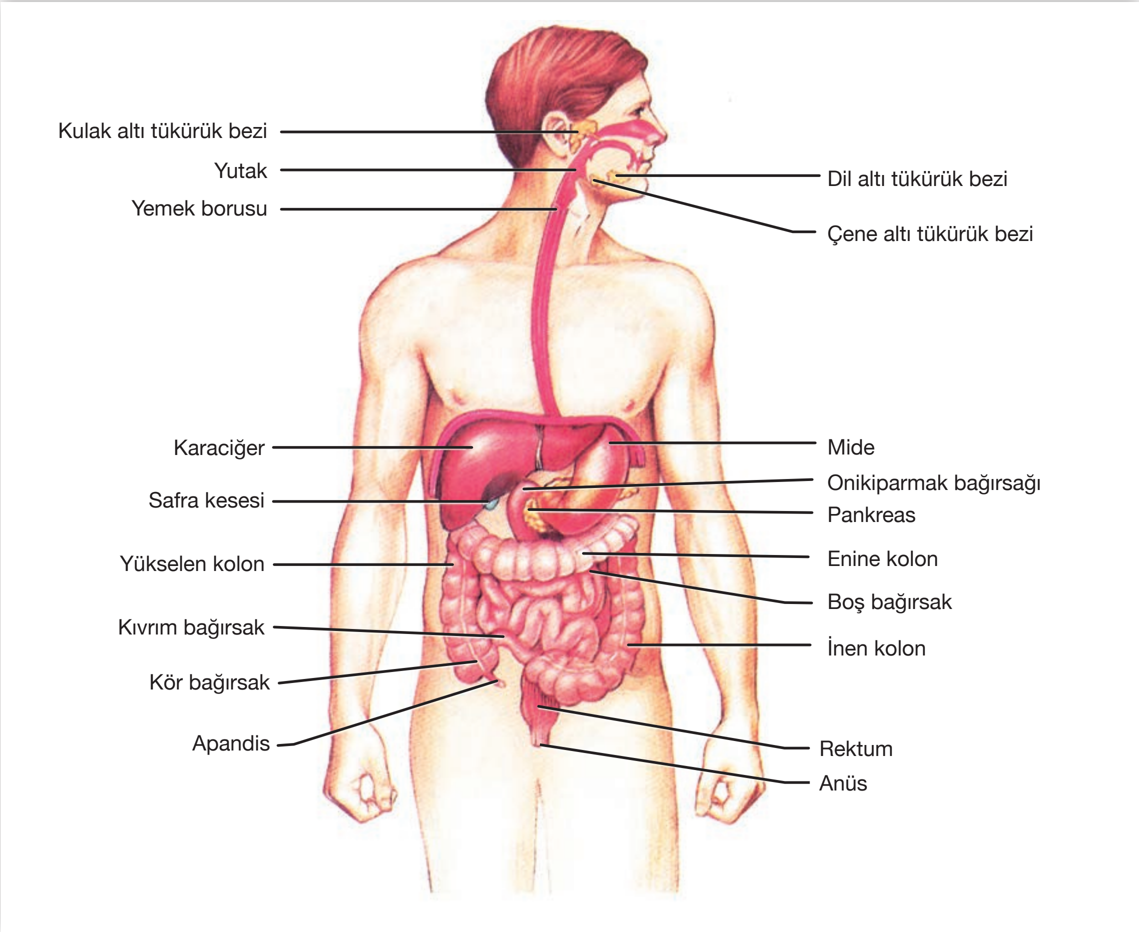
- Karbonhidratlar, basit şekerlere;
- Yağlar, gliserol ve yağ asitlerine;
- Proteinler, amino asitlere ayrışır.

Sindirim sonucunda oluşan yapı birimleri aşağıda belirtilen ortak özelliklere sahiptir:

- Hücre zarından geçebilecek büyüklüktedirler.
- Hücrelerde enerji kaynağı olarak kullanılabilirler.
- Hücrelerin yapım ve onarımında görev alırlar.

11.1.3.1. Sindirim Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

Sindirim olayı, sindirim sistemi organları ile sindirime yardımcı yapı ve organlar tarafından gerçekleştirilir (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: İnsanda sindirim sistemi

Sindirim sistemi organları: Ağız, yutak, yemek borusu, mide, ince bağırsak, kalın bağırsak ve anüsten oluşur.

Sindirime yardımcı yapı ve organlar: Tükürük bezleri, karaciğer ve pankreastır.

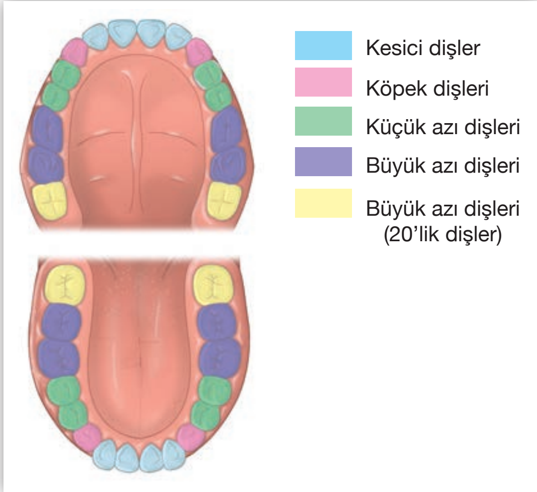
Bu yapı ve organların salgıları besinlerin mekanik ve kimyasal sindirimine yardımcı olur.

A. Sindirim Sistemi Organları

1. Ağız: Sindirimin başladığı yerdir. Ağız içindeki sindirimde görev alan yapılar dişler, dil ve tükürük bezleridir.

Dişler: İnsanda 6. aydan itibaren süt dişleri çıkmaya başlar. 6-7 yaşlarında ise süt dişleri dökülerek yerini kalıcı dişlere bırakır. Dişler, besin maddelerinin fiziksel olarak parçalanmasını sağlayarak enzimlerin etki yüzeyini genişletir.

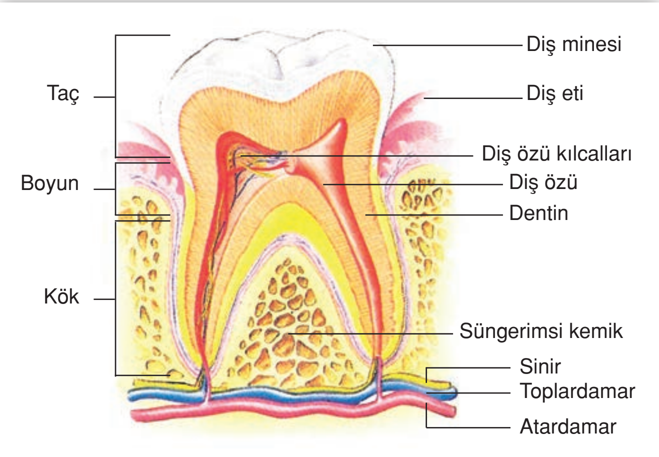
Yetişkin bir insanda; alt ve üst çenede toplam olarak 8 kesici diş, 4 köpek dişi, 8 küçük azı ve 12 büyük azı dişi olmak üzere 32 diş vardır. Kesici dişler besini kesmeye, köpek dişleri parçalamaya, azı dişleri ise öğütmeye yarar (Görsel 3.3.a).



Görsel 3.3.a: Ağız içindeki diş çeşitleri

Bir dişin yapısı: Dişin görünen kısmına taç denir. Dişin, diş eti ile temas eden kısmına boyun, diş etinin içinde kalan kısmına ise kök adı verilir. Dişin boyuna kesiti incelendiğinde taç kısmının kalsiyum, fosfor, flor minerallerinden oluşan ve diş minesi olarak adlandırılan çok sert, dayanıklı bir tabaka ile örtüldüğü görülür.

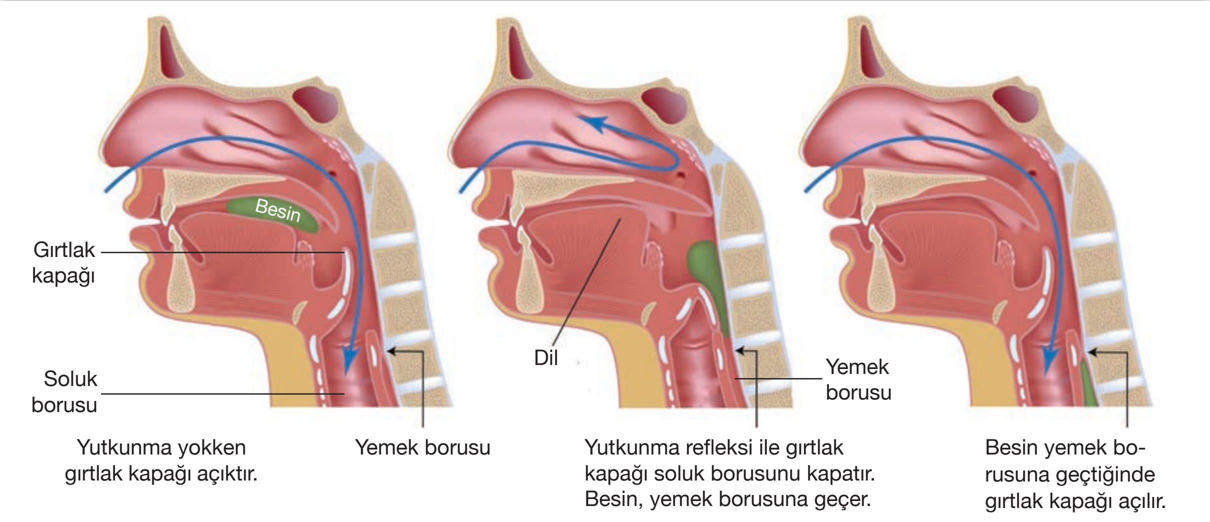
Diş minesinin altındaki kısma dentin (fildişi) denir. Dişin en iç kısmında ise kan damarları ve sinirlerin bulunduğu diş özü (pulpa) yer alır (Görsel 3.3.b).



Görsel 3.3.b: Bir dişin yapısı

Dil: Dil, ağız içinde büyük bir hareket yeteneğine sahiptir. Besinleri ağız içinde çevirip yutağa iter. Ayrıca tat alan ve konuşmaya yardımcı olan bir organımızdır.

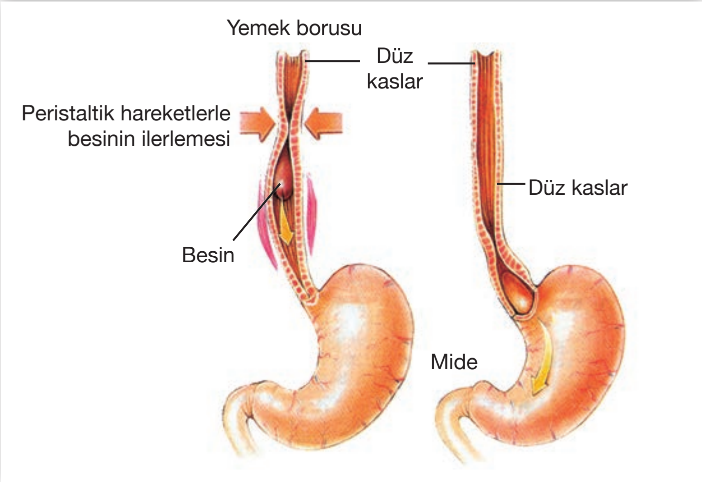
2. Yutak (farinks): Ağız boşluğunun son kısmında yer alır. Soluk borusu ve yemek borusu ile bağlantılı olan yutağın üst kısmı ağız ve burun boşluğuna açılır. Ağızla bağlantılı olduğu yerde küçük dil ve bademcikler bulunur. Çiğnenen besinin yutağa gelmesi yutkunma refleksini başlatır. Yutkunma refleksi ile besinlerin soluk borusuna kaçması **gırtlak kapağı** (epiglottis) ile önlenir. Gırtlak kapağı, yutkunma sırasında soluk borusunu kapatarak besinin yemek borusuna itilmesini sağlar (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Yutkunma refleksi

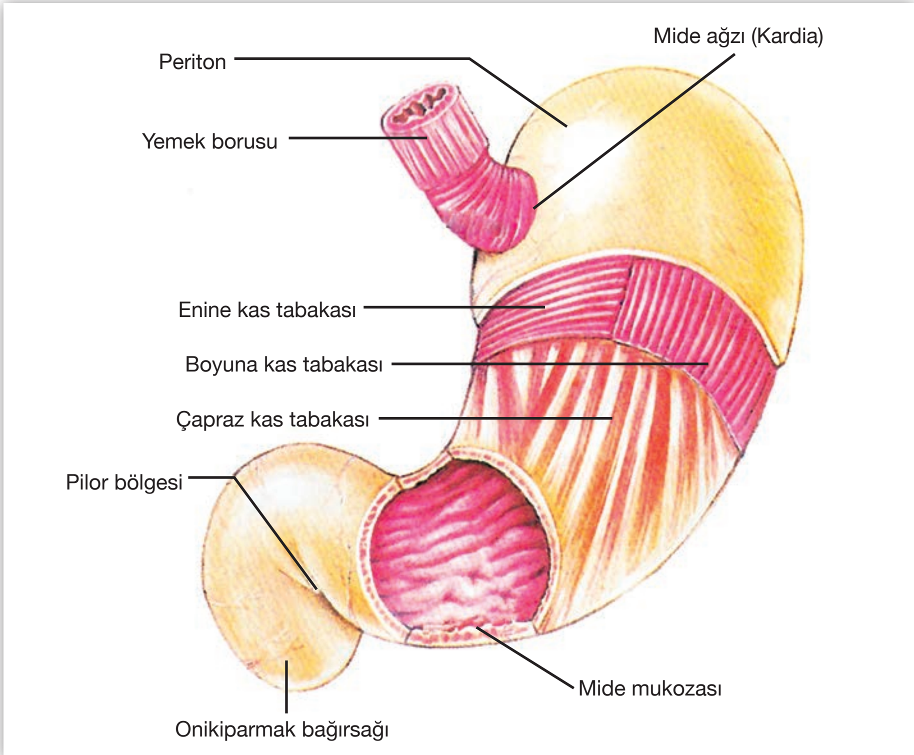
3. Yemek borusu: Yutak ile mide arasında bulunan yemek borusu yaklaşık 25 cm uzunluğunda, 2 cm çapında bir organdır. Yemek borusu içten dışa doğru epitel dokudan oluşan mukoza tabakası, düz kaslar ve bağ dokudan oluşur.

Mukoza tabakasındaki salgı hücreleri (goblet hücresi) tarafından üretilen mukus, yemek borusunun iç yüzeyini kayganlaştırır. Düz kasların peristaltik hareketleri (düzenli kasılma-gevşeme) ile besin mideye iletilir (Görsel 3.5).



Görsel 3.5: Yemek borusunda peristaltik hareketler

4. Mide: Sindirim sisteminin en geniş kısmıdır. Yemek borusu ile bağlandığı yere **kardia**, ince bağırsağa bağlandığı yere **pilor** bölgesi denir ve buralarda **sfinkter kaslar** (büzgen kas) bulunur. Sfinkterlerin açılıp kapanmasıyla mideye besin maddelerinin giriş çıkışı gerçekleşir. Midenin en geniş kısmına da **fundus** denir (Görsel 3.6). Mide içten dışa doğru mukoza tabakası, düz kaslar ve bağ dokudan oluşur. Mide ve karın bölgesindeki organların dış kısmında bağ dokudan oluşan ve **periton** denilen karın zarı bulunur. Mukoza tabakasında bulunan silindirik epitel hücreleri midenin iç yüzeyini örter. Bu hücreler tüp şeklinde girintilerle mide bezlerini oluşturur. Bu bezlerin bir kısmı mukus, bir kısmı HCl (hidroklorik asit), pepsinojen ve çok az olarak da lipaz enzimi salgılar.



Görsel 3.6: İnsanda midenin şematik yapısı

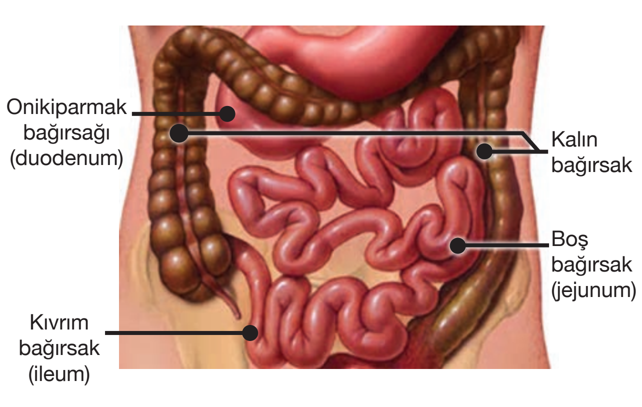
Mide öz suyunda bulunan HCl, besinlerle alınan mikroorganizmaların yok edilmesinde ve pepsinojen enziminin aktifleşmesinde rol oynar. Mukus, midenin iç yüzeyinde bir tabaka oluşturarak mide hücrelerinin HCl'den zarar görmesini engeller. Proteinleri sindiren pepsin enzimine karşı mide hücrelerini korur.

Midenin çalışması, vagus siniri ve gastrin hormonu ile düzenlenir. Vagus sinirinin mide bezlerini uyarması ile gastrin hormonu salgılanır. Gastrin hormonu, mide öz suyu salgısını artırır.

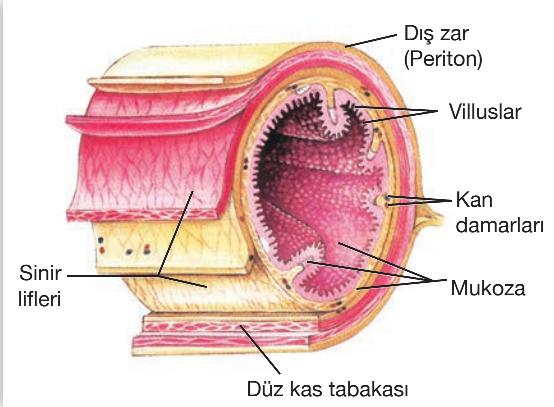
Besinler mideye iletilince midede enine, boyuna ve çapraz yerleşen kaslar kasılmaya başlar. Kas faaliyeti besinlerin mekanik sindirimini sağlar. Kas hareketleri ile parçalanan besin, mide öz suyu ile iyice karışır. Oluşan bu karışıma **kimus** denir.

5. İnce bağırsak: Yaklaşık 3 cm çapında, 7,5 m uzunluğunda bir organdır. İnce bağırsağın mide ile birleştiği 22 cm'lik bölüm onikiparmak bağırsağı (duodenum), sonraki kısımlar ise boş bağırsak

(jejunum) ve kıvrım bağırsak (ileum) olarak adlandırılır (Görsel 3.7.a). İnce bağırsak, midede olduğu gibi içten dışa doğru mukoza tabakası, düz kaslar ve bağ dokudan oluşur (Görsel 3.7.b).



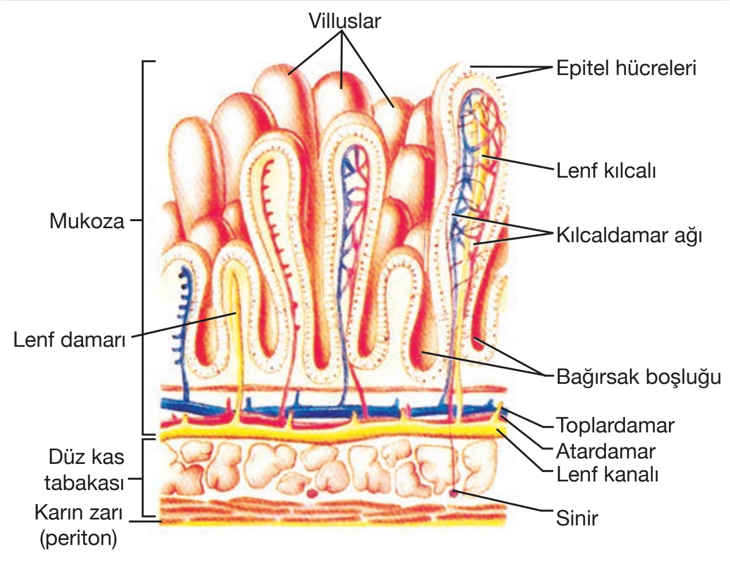
a)



b)

Görsel 3.7: a) İnce bağırsağın kısımları, b) İnce bağırsağın enine kesiti

İnce bağırsağın mukoza tabakasını oluşturan epitel dokuda parmak şeklinde çok sayıda kıvrımlar bulunur. Lenf damarlarına ve kılcal kan damarlarına sahip bu yapılar **villus** olarak adlandırılır (Görsel 3.8). Villuslar geniş bir emme yüzeyi oluşturur. Villusların yüzeyindeki daha küçük sitoplazmik çıkıntılara **mikrovillus** denir. Bu yapılarla bağırsak yüzeyi yaklaşık 150 kat artırılır.



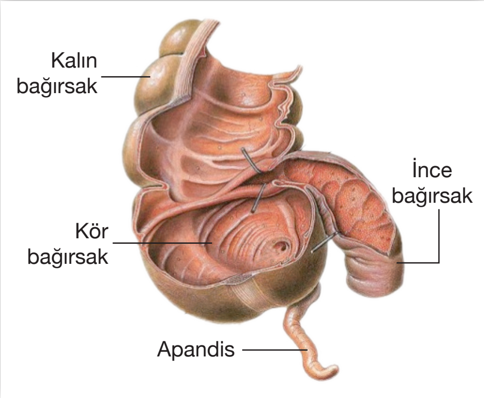
Görsel 3.8: İnce bağırsaktaki villusların yapısı

Mideden onikiparmak bağırsağına gelen kimus, asidik özelliktedir. Karaciğer ve pankreastan gelen salgılar ile bazikleşir. Kimusun etkisiyle onikiparmak bağırsağından enterogastronlar denilen hormonlar salgılanır. Bu hormonlardan **sekretin**, pankreası bikarbonat iyonlarını salgılaması için uyarır ve ince bağırsak pH'ını düzenler (pH=7-8 arası). Ayrıca karaciğerde safra üretimini ve salgılanmasını artırıcı görev yapar. **Kolesistokinin** hormonu ise hem safranın hem de pankreas enzimlerinin onikiparmak bağırsağına boşaltılmasını sağlar.

Eğer kimus yağlar açısından zenginse onikiparmak bağırsağından mide hareketlerinin yavaşlamasını sağlayan dolayısıyla kimusun ince bağırsağa geçişini yavaşlatan diğer enterogastronlar salgılanır. İnce bağırsaktaki bezler ise enteropeptidaz (enterokinaz), aminopeptidaz, dipeptidaz, nükleotitlerin hidrolizinde görev alan nükleotidazlar ile karbonhidraz enzimlerini (maltaz, laktaz, sükraz, dekstrinaz) salgılar. Epitel hücreleri arasında bulunan bezler mukus üreterek kaygan bir ortam oluşturur. İnce ba-

ğırsaktaki düz kasların peristaltik hareketleri ile oluşan karışıma **kilus** denir. İnce bağırsak, besinlerin sindiriminin tamamlandığı ve sindirim ürünlerinin emiliminin yapıldığı yerdir.

6. Kalın Bağırsak: Sindirilmemiş besinler (meyve ve sebzelerin selülozu ile lifli yapıları) ince bağırsak kaslarının peristaltik hareketleriyle kalın bağırsağa geçer. 1,5 m uzunluğunda olan kalın bağırsağın ince bağırsak ile birleştiği yere **kör bağırsak** denir. Kör bağırsakta bulunan parmak şeklindeki çıkıntı **apandis** adını alır (Görsel 3.9). Bu bölgenin iltihaplanmasına **apandisit** denir.



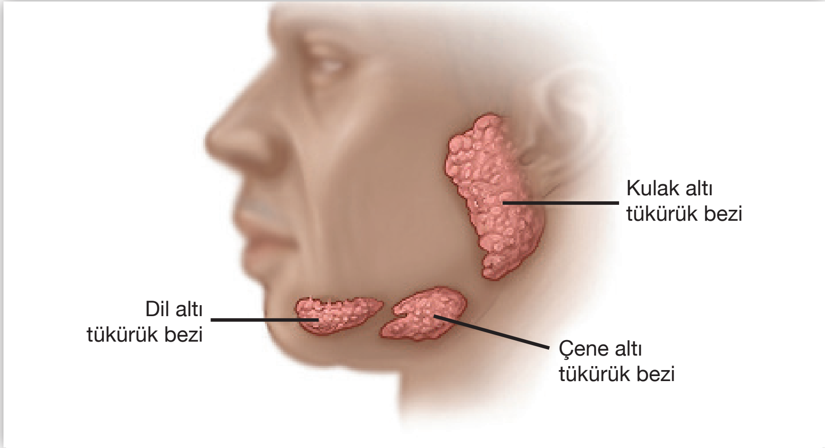
Görsel 3.9: Kör bağırsak ve apandis

Kalın bağırsakta ince bağırsaktan farklı olarak mukoza tabakasında villuslar ve enzim üreten hücreler bulunmaz. Bu nedenle kalın bağırsakta kimyasal sindirim gerçekleşmez. Kalın bağırsak, kör bağırsaktan sonra yükselen kolon, yatay kolon ve inen kolon ile ince bağırsağı çevreleyerek **rektum** ile sonlanır. Rektumun dışa açılan kısmına **anüs** denir. Anüs etrafında bulunan halkasal yapıdaki sfinkter kaslar,açılıp kapanarak sindirim atıklarının uzaklaştırılmasında görev yapar.

Kalın bağırsakta bulunan pek çok bakteri K ve bazı B grubu vitaminlerinin, gazların ve diğer bileşiklerin oluşmasını sağlar. Sindirilmemiş besin atıkları ilerlerken vitaminler, iyonlar ve suyun pek çoğu kalın bağırsak hücreleri tarafından geri emilir. Suyu emilen atıklar, kısmen katılaşmış olarak anüsten dışarı atılır. Selüloz, bağırsak hareketlerini kolaylaştırarak kabızlığı önlediği için besinler ile yeterince alınmalıdır.

B. Sindirim Sistemine Yardımcı Organlar

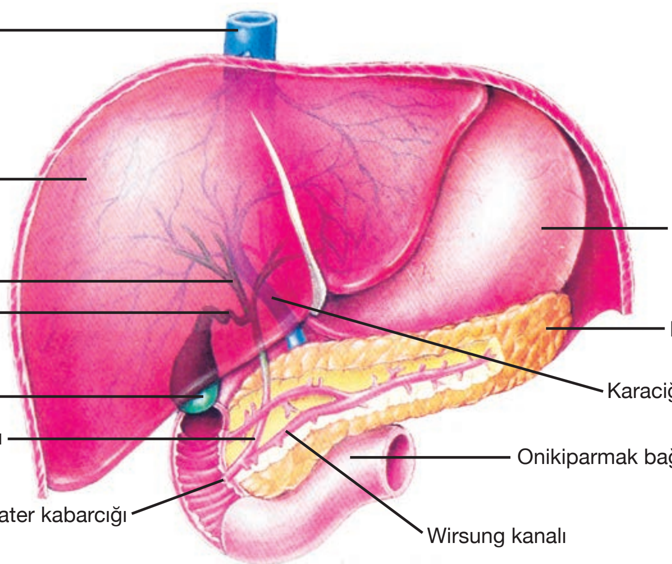
1. Tükürük bezleri: Kulak altı, dil altı ve çene altında bulunur (Görsel 3.10). Salgısı olan tükürük, besinleri yumuşatarak fiziksel sindirime yardımcı olur. Tükürük içinde amilaz enzimi, lizozim enzimi, su, Ca^{+2}, Na^{+} gibi iyonlar ve mukus bulunur. Amilaz enzimi (pityalin) ağızda pişmiş nişastanın kimyasal sindirimini başlatırken iyonlar tükürük pH'ını düzenler. Tükürükte bulunan lizozim enzimi ise ağız yoluyla giren mikroorganizmaları öldürücü özelliktedir. Bu nedenle tükürük, diş sağlığı ve ağız hijyeninde önemli rol oynar. Tükürüğün pH değeri 6.2-7.4 arasında değişir.



Görsel 3.10: Tükürük bezleri

2. Karaciğer: Sindirimde ve pek çok metabolizma olayında görevli, karın boşluğunun sağ üst bölümünde yer alan bir organımızdır (Görsel 3.11). Karaciğere iki kaynaktan kan gelmektedir.

Birinci kaynak, dalak ve sindirim kanalıdır. Buradan alınan kan, **kapı toplardamarı** ile karaciğere getirilir. İkinci kaynak ise aorttan gelen ve oksijence zengin kanı taşıyan karaciğer atardamarıdır.



Görsel 3.11: Karaciğer ve pankreasın şematik gösterimi

Karaciğerin önemli bazı görevleri aşağıda belirtilmiştir.

• Karaciğer kandaki glikoz miktarının düzenlenmesine yardımcıdır. Glikozun fazlasını glikojen hâlinde depo eder. Kanda glikoz miktarı düştüğünde karaciğerde depolanan glikojen, glikoza dönüştürülerek kana verilir.

• Provitamin A'yı, A vitaminine dönüştürür.

• A, D, E, K vitaminlerini ve demir, bakır gibi mineralleri depolar. Amonyağı üreye dönüştürür. İlaçların zehirli etkilerini yok eder.

• Alyuvar yapımında ve kan plazmasındaki proteinlerin üretiminde rol oynar. Ömrü biten alyuvarların parçalanmasını ve kansızlık durumlarında yeni alyuvar hücrelerinin sentezini sağlar.

• Proteinleri gerektiğinde karbonhidrat ve yağlara dönüştürür.

Bilelim

İnsan karaciğerinin depolayabileceği glikojen, vücudun dört saatlik glikoz ihtiyacını karşılayabilir. Yiyeceklerle yeterli oranda glikoz alınmazsa karaciğer, amino asitleri glikoza dönüştürerek kana verir.

Karaciğerin alt yüzünde **safra kesesi** (öd kesesi) bulunur. Karaciğer hücreleri tarafından oluşturulan safra, safra kesesinde depolanır. Besinlerin onikiparmak bağırsağına gelmesiyle bağırsak hücre-

lerinden salgılanan kolesistokinin hormonu safranın koledok kanalı ile onikiparmak bağırsağının vater kabarcığına boşaltılmasını sağlar.

Safra içinde; safra tuzları, safra pigmenti (bilirubin), fosfolipit, kolesterol, bikarbonat iyonları, yağ asitleri ve su bulunur. Safra tuzlarının büyük kısmı kalın bağırsaktan geçerken geri emilerek tekrar kana verilir ve karaciğere taşınır. Safra pigmentleri karaciğerde alyuvarların yapısındaki hemoglobinin parçalanmasıyla ortaya çıkar. Bu pigmentler dışkıya rengini verir.

• Safra, enzim içermediğinden yağların kimyasal sindiriminde rol oynamaz.

• İçindeki safra tuzları sayesinde yağların fiziksel sindirimi sağlanır. Böylece yağların kimyasal sindiriminde görev alan lipaz enziminin etkisini hızlandırır.

• Safra, yağların sindirim ürünlerinin ve yağda çözünen vitaminlerin (A, D, E, K) ince bağırsaktan emilimini kolaylaştırır.

• Antiseptik bir görev yaparak bağırsaktaki atık maddelerin kokuşmasını ve zararlı bakterilerin üremesini engeller.

• Mideden gelen asidik özellikteki kimusu nötralize eder. Böylece pankreas ve bağırsak enzimlerinin etkinliğinin artmasını sağlar.

3. Pankreas: Mide ile onikiparmak bağırsağı arasında bulunan ve sindirim sistemine salgıları ile yardımcı olan bir organımızdır. Pankreas insülin ve glukagon hormonlarını üreterek kandaki glikoz miktarını düzenler. Sindirim ile ilgili bazik özellikteki öz sularını ise **Wirsung kanalı** ile onikiparmak bağırsağındaki vater kabarcığına döker.

Öz su içinde bikarbonat iyonları, amilaz, lipaz, tripsinojen, kimotripsinojen, karboksipeptidazlar ve nükleik asitlerin nükleotitlere dönüşümünde görev alan nükleazlar (DNAaz, RNAaz) bulunur. Bikarbonat iyonları bağırsak içinin bazikleşmesini sağlarken enzimler besinlerin kimyasal sindirimini gerçekleştirir. Kolesistokinin ve sekretin hormonları pankreas salgılarının onikiparmak bağırsağına boşaltılmasında görev alır.

C. Besinlerin Sindirimi

Besin maddeleri, sindirim organlarında enzimler yardımıyla yapı taşlarına ayrılır. Enzimlerin etki edeceği yüzey ne kadar geniş olursa sindirim o kadar kolaylaşır. Bu nedenle fiziksel sindirim önemlidir. Kimyasal sindirim ile yapı birimlerine ayrılan besinlerin büyük bir bölümü ince bağırsaktan kan ve lenf damarlarına verilir. Şimdi besinlerin hangi enzimlerle, hangi organlarda, nasıl sindirildiğini ve emilimin nasıl gerçekleştiğini öğrenelim.

1. Karbonhidratların Sindirimi

Karbonhidratlar, hücrelerin öncelikli enerji kaynağıdır. Vücuda alınan karbonhidratlar ancak yapı birimleri olan basit şekerlere dönüştürüldüğünde hücre zarından geçebilir. Karbonhidratların sindirimi ağızda başlar, ince bağırsakta tamamlanır. Karbonhidratlara etki eden amilaz, maltaz, laktaz, sükraz, dekstrinaz olarak adlandırılan enzim grubuna **karbonhidraz** denir.

Ağız: Tükürük içinde bulunan mukus, besinleri yumuşatarak sindirimine yardımcı olur.

Tükürükte bulunan amilaz enzimi, nişasta ve glikojene etki ederek bu molekülleri dekstrin (kısa zincirli bir polisakkarit) ve maltoza (çift şeker) dönüştürür.

$$\text{Nişasta + Su} \xrightarrow{\text{Amilaz (pityalin)}} \text{Dekstrin + Maltoz}$$

$$\text{Glikojen + Su} \xrightarrow{\text{Amilaz (pityalin)}} \text{Dekstrin + Maltoz}$$

Mide öz suyu asitli olduğundan amilaz enzimi midede etkin değildir. Aynı zamanda mide öz suyunda karbonhidrat sindirimi ile ilgili enzim de bulunmaz. Karbonhidratlar için mide, bir geçiş yeridir. Karbonhidratların sindirimi onikiparmak bağırsağında devam eder.

İnce bağırsak: Besin ince bağırsağa geldiğinde tükürük içindeki amilazdan daha etkili olan pankreas öz suyundaki amilaz, ağızda sindirilemeyen nişasta ve glikojene etki ederek dekstrin ve maltoza dönüştürür.

$$\text{Nişasta + Su} \xrightarrow{\text{Amilaz}} \text{Dekstrin + Maltoz}$$

$$\text{Glikojen + Su} \xrightarrow{\text{Amilaz}} \text{Dekstrin + Maltoz}$$

Daha sonra ince bağırsak bezlerinden salgılanan maltaz, sükraz, laktaz ve dekstrinaz enzimleri ile basit şekerler oluşturulur. Böylece karbonhidrat sindirimi ince bağırsakta tamamlanır.

$$\text{Maltoz + Su} \xrightarrow{\text{Maltaz}} \text{Glikoz + Glikoz}$$

$$\text{Sükroz + Su} \xrightarrow{\text{Sükraz}} \text{Glikoz + Fruktoz}$$

$$\text{Laktoz + Su} \xrightarrow{\text{Laktaz}} \text{Glikoz + Galaktoz}$$

$$\text{Dekstrin + (n-1) Su} \xrightarrow{\text{Dekstrinaz}} \text{(Glikoz)}_n$$

Sindirim sonucu oluşan basit şekerler ince bağırsak hücreleri tarafından emilir. Bağırsak hücrelerinden kapı toplardamarı ile karaciğere taşınır.

2. Proteinlerin Sindirimi

Proteinlerin sindirimi midede başlar, ince bağırsakta tamamlanır.

Besinlerin uyarıcı etkisi ile (görme, koklama ve düşünce) vagus siniri, mide bezlerinden gastrin hormonunun salgılanmasına yol açar. Kan dolaşımına katılan gastrin hormonu mide hücrelerini mide öz suyu salgılaması için uyarır. Öz su içinde bulunan HCl, mide bezlerinde üretilen ve inaktif bir enzim olan pepsinojeni aktif bir proteinaz olan pepsin enzimine dönüştürür. Pepsin, peptit bağlarına etki ederek proteinleri polipeptitlere (pepton) ayrıştırır.

Pepsinojen + HCl ⟶ Pepsin (aktif enzim)
(pasif enzim)

Protein + Su $\xrightarrow{\text{Pepsin}}$ Polipeptitler

Midede polipeptitlere ayrışan proteinlerin sindirimi onikiparmak bağırsağında devam eder. **İnce bağırsak** bezlerinden salgılanan enteropeptidaz (enterokinaz), inaktif durumda olan tripsinojeni aktifleştirir. Aktifleşen tripsin ise pankreas tarafından salgılanan ve inaktif durumda olan protein enzimlerini aktifleştirir. Aktifleşen tripsin ve kimotripsin, büyük polipeptitleri daha küçük polipeptitlere parçalar. Karboksipeptidazlar ile bağırsak epitelinden salgılanan aminopeptidazlar ise küçük polipeptitleri dipeptit ve amino asitlere dönüştürür.

Polipeptitler + Su $\xrightarrow[\text{Kimotripsin}]{\text{Tripsin}}$ Küçük polipeptitler

Küçük polipeptitler + Su $\xrightarrow[\text{Aminopeptidazlar}]{\text{Karboksipeptidazlar}}$ Dipeptitler + Amino asitler

Bağırsak epitelinden salgılanan dipeptidazlar ise dipeptitleri amino asitlere dönüştürür. Böylece protein sindirimi ince bağırsakta tamamlanmış olur.

Dipeptitler + Su $\xrightarrow{\text{Dipeptidazlar}}$ Amino asitler

3. Yağların Sindirimi

Yağların sindirimi onikiparmak bağırsağında başlar. Safra kesesinin kasılması ile burada depolanan safra, onikiparmak bağırsağına boşaltılır. Safra, büyük yağ damlacıklarını fiziksel olarak daha küçük parçalara ayırarak çözünmüş çözelti durumuna getirir. Buna **emülsiyon** denir. Safra aynı zamanda pankreas öz suyu ile gelen lipaz enziminin etkisini artırır. Lipaz enzimi, emülsiyon hâlindeki yağlara etki ederek onları yağ asiti ve gliserole dönüştürür.

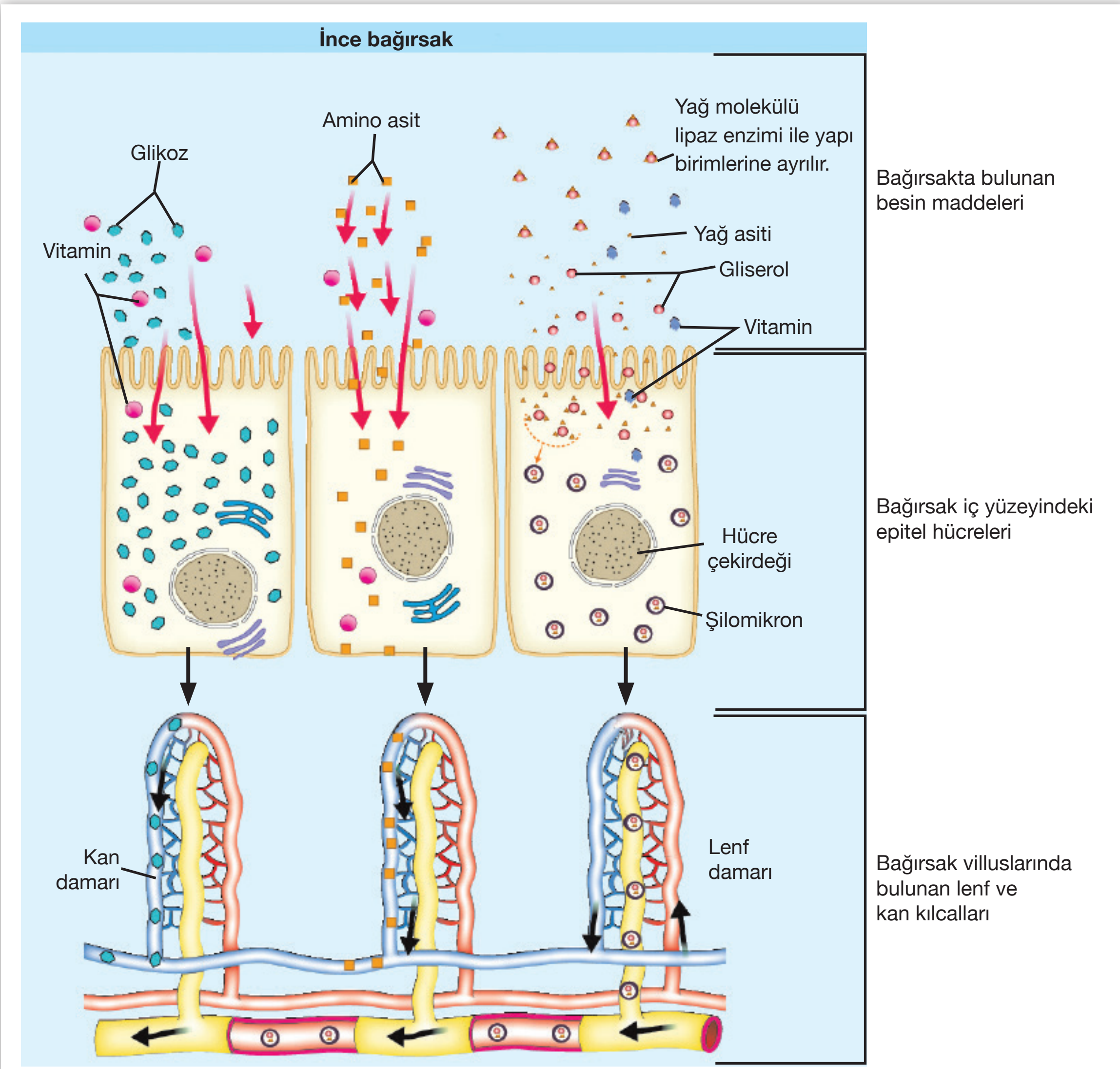
Yağ + Safra ⟶ Emülsiyon (Küçük yağ damlacıkları)

Emülsiyon + 3Su $\xrightarrow{\text{Lipaz}}$ 3Yağ asiti + Gliserol

Ç. Sindirilen Besinlerin Emilimi

Sindirim sonucu oluşan yapı birimlerinin bağırsak boşluğunu çevreleyen hücreler tarafından alınarak kan ve lenfe verilmesine **emilim** denir.

Emilim, difüzyon ve aktif taşıma ile olur. Ağız ve midede emilim azdır. Emilimin çoğu ince bağırsakta gerçekleşir (Görsel 3.12).



Görsel 3.12: Sindirim ürünlerinin ve vitaminlerin ince bağırsaktan emiliminin şematik gösterimi

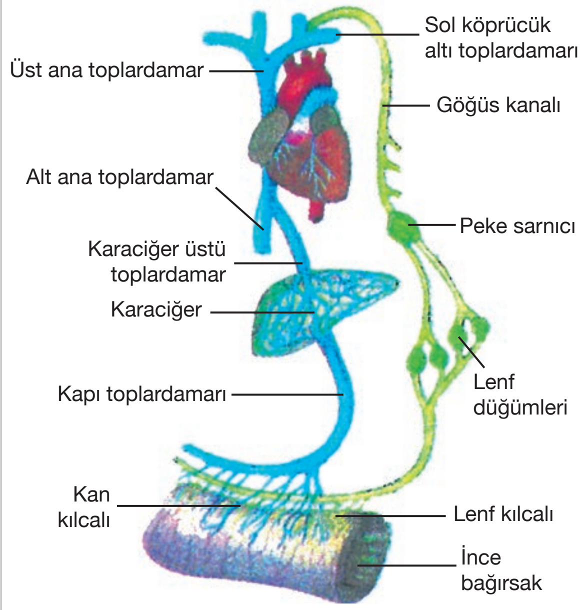
İnce bağırsak hücreleri tarafından emilen maddelerin taşınmasında iki farklı yol izlenir.

1. yol: İnce bağırsak hücrelerinde yoğunluğu artan glikoz, fruktoz, galaktoz, amino asitler, bazı vitaminler, mineraller ve su villustaki kılcal kan damarlarına geçerek kapı toplardamarı ile karaciğere taşınır. Fazla glikoz, karaciğerde glikojene çevrilerek depo edilir. Bir kısmı yağa dönüştürülür. Zararlı maddeler

zararsız hâle getirilir. Karaciğerde bu dönüşümler gerçekleştikten sonra organik ve inorganik maddeler karaciğer üstü toplardamar ile karaciğerden çıkarak dolaşıma katılır ve kalbin sağ kulakçığına taşınır.

2. yol: Yağların sindirim ürünlerinin %90'ı ve A, D, E, K vitaminleri ince bağırsaktan villustaki lenf kılcalları ile taşınır. Bu taşınmada gliserol ve yağ asitleri, ince bağırsaktaki epitel hücrelerine geçtikten sonra hücre içinde yeniden yağ (trigliserit) sentezinde kullanılır. Oluşan yağlar, kolesterolün de katılmasıyla özel bir proteinle kaplanarak **şilomikron** adını alır ve lenf kılcallarına geçer. Daha sonra lenf toplardamarlarının toplandığı peke sarnıcına, oradan da göğüs kanalı ile sol köprücük altı toplardamarına aktarılır. Buradan üst ana toplardamar aracılığıyla kan dolaşımına katılarak kalbin sağ kulakçığına taşınır (Görsel 3.13). Bazı kısa zincirli yağ asitleri ise suda çok az çözünebilme özelliğinde olduğundan villus kılcallarından kapı toplardamarı ile karaciğere taşınır.

Sindirim sistemini oluşturan kısımların görevleri ve işlevleri Tablo: 3.1'de özetlenmiştir.



Görsel 3.13: Sindirim ürünlerinin dolaşıma katılma yolları

Sindirim sisteminin kısımları	Ağız	Yemek borusu	Mide	İnce bağırsak	Kalın bağırsak	Anüs
Görevleri	Besinleri yumuşatma, pişmiş nişastanın maltoz ve dekstrine parçalanması	Besini mideye iletmek	Proteinlerin polipeptitlere dönüştürülmesi	Sindirim ve emilim	Minerallerin, vitaminlerin ve fazla suyun emilimi, sindirilmemiş atıkların toplanması	Atıkların atılması
Enzimler	Amilaz		Pepsin	Tripsin, kimotripsin, karboksipeptidaz, aminopeptidaz, amilaz, lipaz, nükleaz, enteropeptidaz, dipeptidaz, maltaz, sükraz, laktaz, dekstrinaz, nükleotidaz		
Enzim kaynağı	Tükürük bezleri		Mide bezleri	Pankreas ve ince bağırsak		
Sindirilen madde	Pişmiş nişasta Glikojen		Proteinler	Nişasta, polipeptit, dipeptit, yağ, glikojen, maltoz, sükroz, laktoz, dekstrin, nükleik asit, nükleotit		
Oluşan ürün	Maltoz, desktrin		Polipeptitler	Yağ asitleri, gliserol, amino asitler, basit şekerler, azotlu bazlar, riboz, deoksiriboz, fosfat		

Tablo 3.1: Sindirim sistemi kısımlarının görevleri ve işlevleri

Etkinlik: **Besinlerin Sindirimi**

Amaç

Besinlerin sindirimini gözlemleyeceği deney tasarlamak.

Araç Gereçler

Tasarladığınız deneye göre belirleyiniz.

Etkinliğin Yapılışı

Sınıfınızda gruplar oluşturunuz. Üzüm suyu, yumurta akı, süt vb. besin maddelerini seçebilirsiniz. Öğrendiğiniz bilgileri kullanarak seçtiğiniz besinlerin sindirimini gözlemleyebileceğiniz deneyler tasarlayınız. Deneyinize başlamadan önce öğretmeninizin rehberliğinde gerekli güvenlik tedbirlerini alınız.

Değerlendirme Soruları

1. Deneyinizi arkadaşlarınızın tasarladığı deneylerle karşılaştırınız.

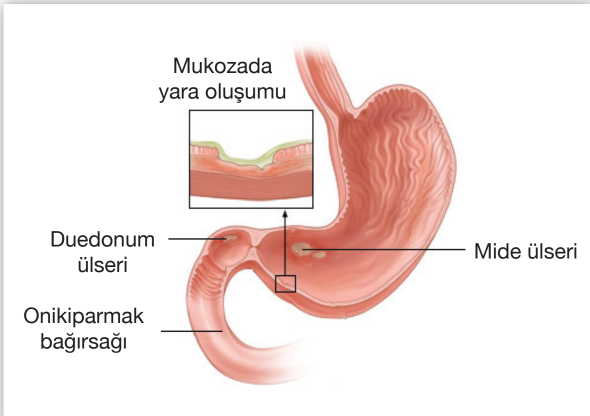
2. Tasarladığınız deneyde kullandığınız besinin sıcaklığı artırılırsa bu durum deney sonucunuzu nasıl etkiler? Arkadaşlarınızla tartışınız.

11.1.3.2. Sindirim Sistemi Rahatsızlıkları

Sindirim sisteminde sıklıkla görülen rahatsızlıklar gastrit, ülser, reflü ve hemoroittir.

Gastrit: Stres, sigara, alkol, aşırı sıcak ve soğuk içecekler ve yiyecekler mide salgısını artırarak mukozanın dayanıklılığını azaltır. Buna bağlı olarak bazı bakteriler mide mukozasının iltihaplanmasına neden olarak gastrit hastalığına neden olur. Sindirim güçlüğü, yemekten sonra midede yanma ve ağrı hissedilir. Bulantı ve kusma yapabilir. Beslenme alışkanlığının düzenlenmesi ve mide koruyucu ilaçlarla tedavi edilebilir.

Ülser: Mide asitinin fazla üretilmesi, midenin iç kısmının mide asitlerine olan dayanıklılığını azaltarak yara oluşmasına neden olur. Buna **mide ülseri** denir. Mide ülserinin oluşmasının en sık görülen nedenlerinden biri de *Helicobacter pylori* (Helikobakter pilori) denilen bir bakterinin midede yaraların oluşmasına yol açmasıdır. Bu yara, onikiparmak bağırsağında olursa **duedonum ülseri** adını alır (Görsel 3.14). Alkol, sigara, aspirin ve benzeri ağrı kesici ilaçların fazla tüketilmesi, stres, iyi tedavi edilmeyen gastrit, ülser hastalığına yol açmaktadır. Turşu, acı, baharatlı besinler, nohut, fasulye gibi baklagiller, kafein, konserve, kızartma ve çiğ sebzeler bu tür hastalar için sakıncalıdır.



Görsel 3.14: Mukoza iltihabının yaraya dönüşümüyle oluşan ülserin şematik gösterimi.

Reflü: Mide ağzında bulunan sfinkter kasların gorevini yapamamasına bağlı olarak mide içeriğinin yemek borusuna geri kaçması ile ortaya çıkan bir rahatsızlıktır. Bu kişilerde mideden boğaza doğru yayı-

lan daha çok yemeklerden sonra ortaya çıkan yanma hissi en sık görülen reflü belirtisidir. Ayrıca reflü; ses kısıklığı, dişlerde çürüme, öksürük ve boğaz ağrısına neden olabilir. Bu kişilere yağlı yemeklerden veya kızartmalardan, domates, çikolata, nane, soğan, sarımsak ve kahveden uzak durmaları önerilir. Günümüzde reflü rahatsızlığı ilaçla tedavi edilebilmektedir. İlaç tedavisi başarısız olursa ameliyat yapılmaktadır.

Hemoroit: Halk arasında basur olarak da bilinen hemoroit, daha çok anüs bölgesindeki toplardamarların genişlemesi ile oluşan bir rahatsızlıktır. Anüs bölgesinde kaşıntı, ağrı, kanama ve şişlik oluşturur. Hemoroitte cerrahi tedavi, ilaç tedavisi ve yaşam tarzı değişikliği ana tedavi yöntemleridir.

Hemoroit'ten korunmak için;

- Lif bakımından zengin gıdalar tüketilmelidir.
- Kabızlıktan korunulmalıdır.
- Alkol, acı biber ve baharatlı gıdalardan kaçınılmalıdır.
- Uzun süre hareketsiz oturulmamalı ya da ayakta kalınmamalıdır.
- Yeterli miktarda su içilmelidir.

İshal: Bağırsak rahatsızlıklarından biri olan ishâl, dışkının çok sık ve sulu olarak dışarı atılmasıdır. Besinlerin iyi yıkanmadan yenmesi, besin zehirlenmeleri, ateşli hastalıklar, bilinçsiz antibiyotik kullanımı, aşırı korku ve heyecan gibi durumlar ishâle neden olabilir. Bunun sonucunda ishâle bağlı olarak vücutta fazla oranda su ve mineral kaybı gerçekleşir. İshal teşhis ve tedavisi kolay bir hastalık olmasına karşın özellikle çocuklarda su ve mineral kaybına bağlı olarak ölüme neden olmaktadır. İshal tedavisinde eczanelerden veya sağlık kuruluşlarından sağlanabilen ishal paketlerinden faydalanılabilir. İshal paketlerinin bulunmadığı durumlarda 1 litre suyun içine 2 çorba kaşığı silme şeker ve 1 çay kaşığı silme tuz konularak karıştırılır. Hastaya bu karışım içirilir.

İshal durumunda hastaya pirinç lapası, patates püresi, havuç suyu, havuç püresi, yoğurt, ayran ve elma verilmelidir. Tuzlu ayran içilmesi su ve tuz kaybının karşılanabilmesi için oldukça önemlidir.

Kabızlık: Bağırsak hareketlerinin azalmasına bağlı olarak meydana gelir. Bağırsakların düzgün çalışmaması, yanlış beslenme, suyun, lifli ve yağlı besinlerin yeterli alınmaması, hareketsiz bir yaşam, uzun süreli ilaç kullanımı, stres, tiroit bezinin yetersiz çalışması, bağırsakların yavaş çalışmasına neden olabilir. Bunun sonucunda dışkılama sıklığı azalır ve dışkılamada zorlanma görülür. Karında şişlik, ağrı gibi şikayetler oluşur. Kabızlığın önlenmesinde bol sıvı tüketimi, egzersizler, lifli besinlerin tüketimi önemlidir.

11.1.3.3. Sindirim Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması

Besinlerin hücreler tarafından kullanılabilir hâle gelmesi, sindirim sistemi organlarının sağlıklı olması ile mümkündür.

Sindirim sistemi organlarının düzenli çalışmasında fiziksel etkinlikler önemlidir. Düzenli yürüyüşler ve egzersizler bağırsak hareketini kolaylaştırır. Lif bakımından zengin gıdaların tüketilmesi sindirim sisteminin sağlığı açısından önemlidir.

Tüketilen hazır gıdalarda lif miktarının düşük olması, bu gıdaların çok fazla katkı maddesi içermesi nedeniyle kolon ve rektum kanseri riski artmaktadır. Ayrıca bu tür beslenme A, C vitaminleri ve kalsiyum bakımından da yetersizdir. Bu durum bağışıklık sisteminin zayıflamasına neden olmaktadır.

Asitli içeceklerin fazla tüketilmesi mide ve bağırsak rahatsızlıklarının artmasına ve dişlerde çürümeye neden olmaktadır.

Sindirim olayı ağızda başladığından ağız ve diş sağlığına özen gösterilmelidir. Dişler her yemekten sonra fırçalanmalı, diş çürükleri zamanında tedavi edilmelidir (Görsel 3.15). Diş sağlığı için kalsiyum, fosfor ve flor bakımından zengin besinler tüketilmelidir.



Görsel 3.15: Diş sağlığına önem verilmelidir.

Besinler az, sık ve yavaş yenmeli, ağızda iyice çiğnenmelidir. Yeterli ve dengeli beslenilmelidir.

Çok yağlı kızartmalar, tütsülenmiş ve yanmış ızgaralar, yiyeceklere katılan renk maddeleri, sigara, alkol, mide ve bağırsak kanserine neden olabilmektedir.

Çiğ yenen etler, iyi yıkanmayan sebzeler parazit yumurtalarının alınmasına ve bağırsak kurtlarının oluşumuna yol açar. Bu nedenle sebze ve meyveler temiz, bol su ile yıkanmalı; etler iyi pişirilmeli; salam, sosis, sucuk gibi besinler çiğ olarak tüketilmemelidir.

Eller sık yıkanmalı ve hijyene önem verilmelidir. Sindirim sisteminin sağlığı için tüketilen besinlerin temiz olması çok önemlidir. Çünkü birçok hastalık etkeni iyi yıkanmamış sebze ve meyvelerin tüketilmesi ya da kirli suların kullanılmasıyla vücuda alınır (Görsel 3.16) Tifo, kolera ve dizanteriye neden olan mikroorganizmalar bu yolla vücuda alınarak çoğalır ve bağırsak enfeksiyonuna neden olur.



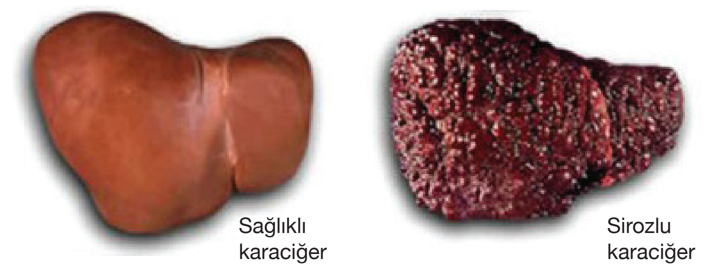
Görsel 3.16: Tüketilen besinlerin temizliğine dikkat edilmelidir.

Bilinçsiz kullanılan antibiyotikler, bağırsaktaki yararlı bakterileri öldürür. Normalde bağırsak içinde 400'den fazla bakteri türü vardır. Bunlar bize fayda sağlayan bakterilerdir. Bu bağırsak mikroplarına **flora** denir. Eğer bağırsağımız sağlıklı ise vücudumuz için zararlı olan bakteriler, yararlı bakteriler arasında yaşayamaz. Ancak çeşitli rahatsızlıklar sonucu kullanılan antibiyotiklerin bilinçsizce tüketilmesi bağırsak florasının yapısını bozar ve zararlı bakterilerin üremesine neden olur. Bu bakterilerin ürettiği toksinler bağırsak mukozasında tahribat yapar. Buna bağlı olarak ishal, ince ve kalın bağırsakta iltihap, kalın bağırsakta kolit gibi rahatsızlıklara neden olabilir. Ayrıca ince bağırsakta, besinlerin sindirimi ve emilimi azalacağından vücudun savunma mekanizması güçsüzleşir. Hastalıklara yakalanma olasılığı artar. Bu nedenle antibiyotik kullanımı doktorun önerdiği dozda ve sürede olmalıdır.

Sindirime yardımcı organlardan pankreas ve karaciğerin sağlığı hem sindirim sisteminin sağlıklı çalışabilmesi hem de genel vücut sağlığının korunması açısından çok önemlidir. Çünkü bu organlar vücudumuzda önemli görevleri yerine getirmektedir. Örneğin, safra kesesinde oluşan taşlar ve bazı mikroorganizmaların yol açtığı enfeksiyonlar pankreas ve karaciğerin iltihaplanmasına neden olan önemli faktörlerdir.

Pankreas iltihabı, pankreasın görevini yapmasını engelleyebilir ve kansere dönüşebilir. Hepatit virüsleri, karaciğer iltihaplanmasına neden olarak sarılık oluşturabilir. Karaciğerin safra yapamaması

durumunda safra pigmenti olan bilirubin miktarı artar. Bilirubin kana karışarak derinin ve göz akının sararmasına neden olur. Herhangi bir nedenle oluşan safra taşlarının koledok kanalını tıkaması da safranın bağırsağa boşalmasını önler. Safra, karaciğer tarafından geri emilerek kana karışır ve sarılığa yol açar. Alkol, hepatit virüsleri ve gereksiz alınan ilaçlar karaciğer hücrelerinin yağlanmasına, karaciğer dokusunun sertleşmesine neden olarak **siroz** hastalığını oluşturur (Görsel 3.17). Kedi ve köpek tüylerinden geçen parazitler ve kıllar da karaciğerde kistleri oluşturur. Bu durumda karaciğer görevini yapamaz.



Görsel 3.17 Siroz, karaciğer dokusunun sertleşmesine neden olur.

Sıra Sizde

Asitli içecekler tüketmenin ve hazır gıdalarla beslenmenin sindirim sistemi üzerindeki etkileri hakkındaki düşüncelerinizi sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

Ne Öğrendik

Öğrendiklerinizi pekiştirmek için aşağıda verilen hormonları ve sindirim sistemi ile ilgili yapıların görevlerini; karşılarında belirtilen yapı ve görevlerle uygun şekilde eşleştiriniz.

1	Enterogastron hormonları	**a**	Pankreastan bikarbonat iyonlarını salgılatır.
2	Gastrin hormonu	**b**	Pankreas öz sularını salgılatır.
3	Sekretin hormonu	**c**	Mide öz suyu salgılatır.
4	Kolesistokinin hormonu	**ç**	Onikiparmak bağırsağı
5	Yağların mekanik sindirimini sağlayan salgıyı depo eder.	**d**	Pankreas
6	Protein, karbonhidrat ve yağların sindiriminde görev alan enzimleri üretir.	**e**	İnce bağırsak
7	Proteinler polipeptitlere dönüştürülür.	**f**	Tükürük bezi
8	Peristaltik hareketlerle besini mideye iletir.	**g**	Mide
9	Pişmiş nişastanın sindiriminde görevli amilaz enzimini üretir.	**ğ**	Safra kesesi
10	Sindirim tamamlanır ve emilim gerçekleşir.	**h**	Yemek borusu

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Okuma Metni

MİDEMİZ HİSLERİMİZİ BELİRLİYOR



Hemen hemen herkes, “mide kazınması” hissini bilir. Bu hissin nedeni midedeki sinir hücreleri ağıdır. Bu sinir ağları, midenin sindirim yapmak ya da ağrımaktan başka bir işi daha olduğunu gösteriyor. New York Presbyterian Hospital (Niv York Presbiteryen Hospitıl) Hücre Biyolojisi ve Anatomisi Bölümü ile Colombia (Kolombiya) Üniversitesi Tıp Merkezinin yöneticisi Michael Gershon (Maykıl Gersin), enterik sinir sisteminin (otonom sinir sisteminin sindirim organlarının çalışmasını düzenleyen bölümü) uzunluğunun yutaktan anüse kadar yaklaşık 9 metre civarında olduğunu ve midemizde yaklaşık 100 milyon sinir hücresi bulunduğunu belirtmektedir. Bu sayı omurilik ile ısı, ağrı, basınç gibi duyuları algılamamızı ve onlara gereken yanıtları vermemizi sağlayan çevresel sinir sisteminden çok daha fazladır. Midemizdeki bu sinir hücresi yığını, mide içindeki dünyayı, midenin içeriğini hissetmemizi sağlar. Bu sinir hücrelerinin büyük bir kısmı, günlük öğütme işleri için kullanılır. Yiyecekleri parçalamak, besin maddelerini emmek ve atıkları çıkarmak gibi kimyasal işlemler, mekanik bir karıştırma ve ritmik kas hareketlerini gerektirir. “Böylece midemiz, beyinden bağımsız olarak kendi reflekslerini kontrol edebilir.” diye tanımlanmaktadır.

Kaliforniya Üniversitesi David Geffen (Devid Giffen) Tıp Okulu Fizyoloji, Psikiyatri ve Biyodavranış Bilimleri profesörü Emeran Mayer (Emeran Mayer) ve bazı bilim insanları iç organlarla beyin arasındaki en önemli sinir olan vagusu oluşturan liflerin %90’ının beyinden mideye değil de mideden beyne bilgi taşıdığını öğrendiklerinde çok şaşırmışlardı. Midemiz ruh hâlimizi, bilmediğimiz başka yollardan da bilgilendiriyor. Mayer, “Duygularımızın büyük bir kısmı büyük ihtimalle midemizdeki sinirlerden etkileniyor.” diyor. Gershon’a göre ise midemizdeki kazınma hissinin sebebi strese verdiğimiz fizyolojik tepkinin bir parçasıdır. Gershon’a göre örneğin, vagus sinirinin elektriksel uyarımı, depresyon tedavisinde faydalı olabilir. Aslında zihni hedef alan depresyon tedavileri bir yandan midemizi de etkiliyor. Enterik sinir sistemi tıpkı beyin gibi 30’dan fazla nörotransmitter kullanırken vücuttaki serotoninin % 95’i bağırsaklarda bulunuyor. Bilim insanları enterik sinir sistemindeki serotoninin çeşitli hastalıklarda şaşırtıcı bir rolü olduğunu daha yeni keşfetti. Nature Medicine’da (Neyçur Medisın) yayımlanan bir çalışmaya göre midede serotonin salınımını engelleyen bir ilaç kemik erimesinin de önüne geçebiliyor.

TÜBİTAK, Bilim ve Teknik Dergisi, Şubat 2011

(Düzenlenmiştir.)

3. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Hücre içi ve hücre dışı sindirim nedir?

....

....

2. Tükürük bezlerinin ve dişlerin sindirimdeki görevlerini açıklayınız.

....

....

3. Karbonhidratların midede sindirilmeme nedenlerini açıklayınız.

....

....

4. Sağlıklı bir insanın mide öz suyunda bulunan HCl'in, mide hücrelerine zarar vermeme nedenlerini nasıl açıklarsınız?

....

....

5. Protein sindiriminde görev alan enzimlerin pasif olarak salgılanma nedenini açıklayınız?

....

....

6. Karaciğerin sindirimdeki görevi nedir?

....

....

7. Pankreasın sindirim ile ilgili salgıları nelerdir?

....

....

8. Kalın bağırsağın sindirimdeki görevi nedir?

....

....

9. İnce bağırsakta bulunan hangi yapılar besinlerin emilim miktarını artırır?

....

....

10. Bağırsak tembelliğinin nedenlerini ve nasıl önlenebileceğini açıklayınız.

....

....

B. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

pepsin	lenf	kapı toplardamarı	dekstrin	sükraz	glikoz	protein	fruktoz
amino-peptidaz	enteropepti-daz	karbonhidrazlar	lipaz	vater kabarcığı	amilaz	dipep-tidaz	karaciğer atardamarı

1. Yağ + Su + [ ] ⟶ Gliserol + 3 Yağ asiti
2. [ ] + Su + [ ] ⟶ Polipeptitler
3. Polisakkaritler + Su + [ ] ⟶ Maltoz + [ ]
4. Sükroz + Su + [ ] ⟶ [ ] + [ ]
5. Dipeptit + Su + [ ] ⟶ Amino asitler
6. İnce bağırsak bezlerinden nükleotidaz, dipeptidaz, enteropeptidaz, ... ve .... denilen enzimler salgılanır.
7. İnce bağırsak bezlerinden salgılanan .... inaktif durumda olan tripsinojeni aktifleştirir.
8. Karaciğer ve pankreasın salgıları onikiparmak bağırsağındaki .... denilen yere akıtılır.
9. Yağların sindirim ürünleri ince bağırsaktan .... damarları ile taşınır.
10. Karaciğere .... ve .... ile kan gelir.

C. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Besinlerin hidrolizi sırasında enerji üretilmez. (......)
2. Sindirim sonucu oluşan yapı birimleri hücrede enerji verici olarak kullanılabilir. (......)
3. Midede yalnızca kimyasal sindirim gerçekleşir. (......)
4. Sindirim sistemi sinir sistemi ve hormonlarla birlikte çalışır. (......)
5. Gastrin hormonu yalnızca besinin mideye girmesiyle salgılanır. (......)
6. Bağırsak enzimi olan dekstrinaz, dekstrini glikoza dönüştürür. (......)
7. Siroz, karaciğer hastalığıdır. (......)
8. Safra tuzları, yağların kimyasal sindirimini sağlar. (......)
9. Sindirimin tamamlandığı yer kalın bağırsaktır. (......)
10. Pankreas salgıladığı bikarbonat iyonları ile ince bağırsak pH'ını düzenler. (......)

Ç. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. Pepsinojen
II. Lipaz
III. Amilaz
IV. Kimotripsinojen
V. Safra

Pankreasın Wirsung kanalı aracılığıyla onikiparmak bağırsağına gönderdiği öz su içinde yukarıda belirtilenlerden hangileri bulunmaz?

A) Yalnız V
B) I ve V
C) II, III ve IV
D) II, III ve V
E) I, II ve IV

2. I. Dipeptit → Kimotripsin
II. Maltoz → Maltaz
III. Polipeptit → Dipeptidaz
IV. Yağ → Lipaz
V. Glikojen → Amilaz

Yukarıda verilen besin maddeleri enzimlerle eşleştirilmiştir.

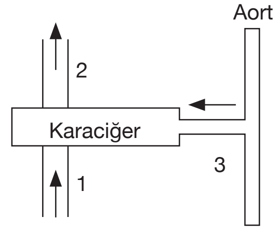
Buna göre doğru olmayan eşleşme ya da eşleşmeler hangileridir?

A) Yalnız I
B) Yalnız IV
C) I ve III
D) III, IV ve V
E) I, III ve IV

3. Aşağıdakilerden hangisi lipaz enziminin etkinliğini artırır?

A) Pepsinojen
B) Safra
C) Tripsinojen
D) Amilaz
E) HCl

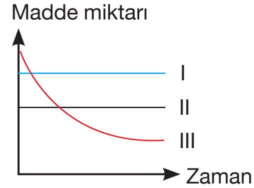
4. Aşağıdaki şekilde karaciğere giren ve çıkan damarlar numaralarla gösterilmiştir.



Yemekten hemen önce bu damarların taşıdığı kandaki glikoz miktarının azdan çoğa doğru sıralanışı nasıl olmalıdır?

A) 2-1-3
B) 3-1-2
C) 1-3-2
D) 3-2-1
E) 2-3-1

5.



Yukarıdaki grafikte ağızda gerçekleşen sindirim sonucu bazı besin maddelerinin miktarında oluşan değişim gösterilmiştir.

Buna göre I, II ve III ile gösterilen maddeler aşağıdakilerden hangisi olabilir?

	I	II	III
A)	Protein	Yağ	Nişasta
B)	Protein	Maltoz	Yağ
C)	Nişasta	Glikoz	Amino asit
D)	Glikoz	Amino asit	Yağ asiti
E)	Yağ	Glikoz	Amino asit

6. I. Kapı toplardamarı

II. Karaciğer

III. Karaciğer üstü toplardamarı

IV. Alt ana toplardamar

İnce bağırsak hücreleri tarafından emilen amino asitlerin kalbe ulaşana kadar izlediği yol aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak gösterilmiştir?

A) I, II, III ve IV B) IV, III, I ve II

C) I, II, IV ve III D) II, I, III ve IV

E) IV, II, III ve I

7. **İnsanların kalın bağırsağında aşağıdaki olaylardan hangisi gerçekleşmez?**

A) Mukus salgılanması

B) Yararlı bakterilerin vitamin sentezlemesi

C) Suyun emilimi

D) Besinlerin villuslardan emilimi

E) Peristaltik hareketlerin olması

8. I. Safra tuzları yağların mekanik sindiriminde rol oynar.

II. Amilaz, asidik ortamlarda etkindir.

III. HCl inaktif olan pepsinojeni aktifleştirir.

IV. Dipeptitlere etki eden dipeptidaz enzimi ince bağırsaktan salgılanır.

V. Tüm besinlerin ince bağırsaktan emilim hızı aynıdır.

Sindirim sisteminde gerçekleşen olaylar ile ilgili olarak yukarıda verilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) I, III ve IV

C) I, II ve III D) III, IV ve V

E) I, II ve V

9. I. Amino asit

II. Glikoz

III. Mineral

IV. D vitamini

V. Şilomikron

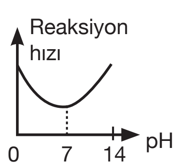
Yukarıda verilenlerden hangileri ince bağırsak villuslarından emildikten sonra karaciğere uğramadan kalbe gider?

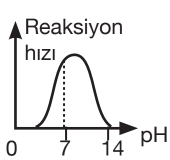
A) Yalnız V B) IV ve V C) III ve IV

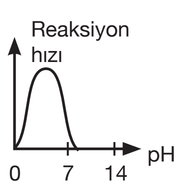
D) II, III ve V E) I, II ve V

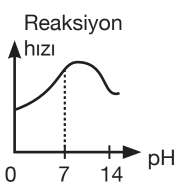
10. Enzimlerin en iyi çalıştıkları pH değerleri farklılık gösterir.

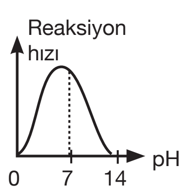
Buna göre aşağıda belirtilen grafiklerden hangisi ağızda etkili olan enzim için geçerlidir?

A)


B)


C)


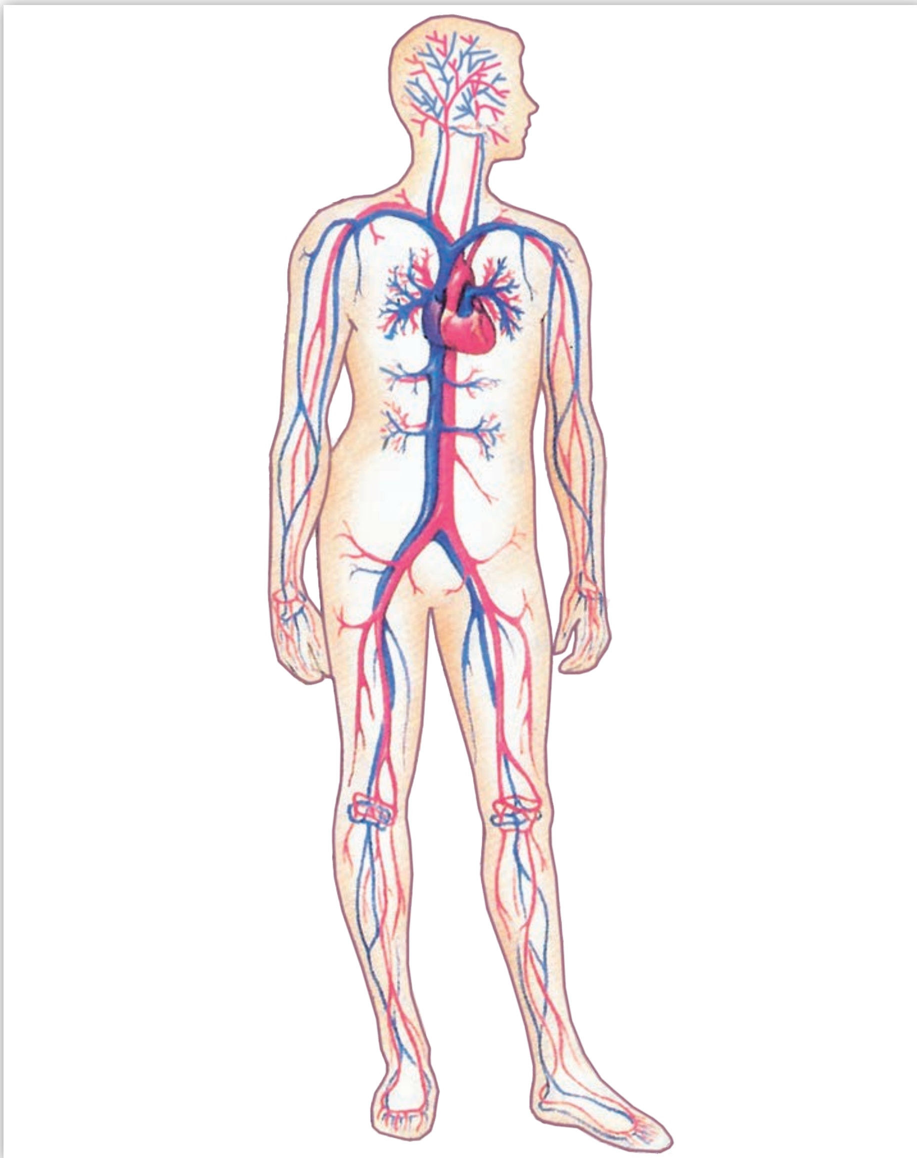
D)


E)


4. BÖLÜM: Dolaşım Sistemleri

Canlılar solunum, boşaltım, sindirim gibi yaşamsal olayları sürdürebilmek için enerjiye gereksinim duyar. Pek çok canlı bu enerjiyi oksijenli solunum reaksiyonları ile üretir. Çok hücreli canlıların yaşadıkları ortamdan aldıkları besin ve oksijenin hücrelere taşınması, metabolizma reaksiyonları sonucu oluşan atık maddelerin hücrelerden uzaklaştırılması gerekir. Bu görevlerin yerine getirilebilmesi özelleşmiş yapılar olan dolaşım sistemleri ile gerçekleştirilir.

İnsanda dolaşım sistemleri, kan dolaşımı (Görsel 4.1) ve lenf dolaşımı olarak iki grupta incelenir. Dolaşım sistemleri hücrelerin iç ortamla madde alışverişini sağlamalarının yanı sıra vücut ısısının düzenlenmesinde, bağışıklık sisteminin iç salgı bezlerinin işlevini gerçekleştirmesinde ve sistemler arası iş birliğinin sağlanmasında görev alır. Böylece canlı, kararlı bir iç yapıya sahip olur.



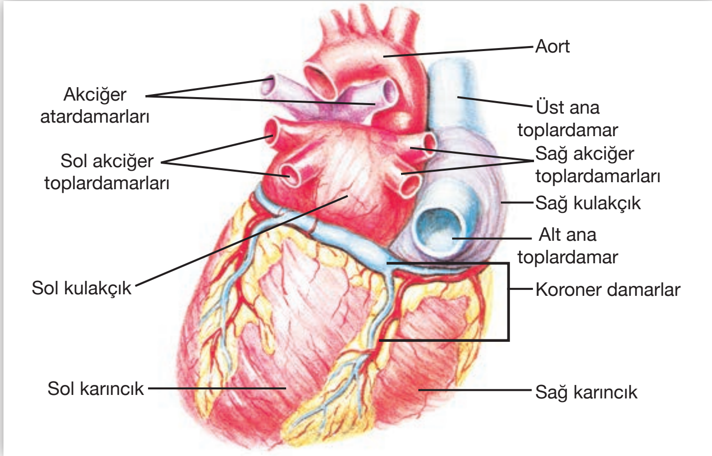
Görsel 4.1: İnsanda kan dolaşım sistemini oluşturan kalp ve kan damarları

11.1.4.1. Kalp, Kan ve Damarların Yapı, Görev ve İşleyişi

Kalp, kan ve kan damarları kan dolaşımında görev alan yapılardır. Taşıma sıvısı olan kan, kalp tarafından tüm vücuda pompalanarak kan damarları ile doku ve organlara iletilir. Kapalı dolaşım olarak tanımlanan bu sistemde kanın hareketi hızlıdır. Böylece kısa sürede canlıların gereksinim duydukları maddeler hücrelere iletilirken atık maddelerin de uzaklaştırılması sağlanır.

A. Kalbin Yapısı ve İşleyişi

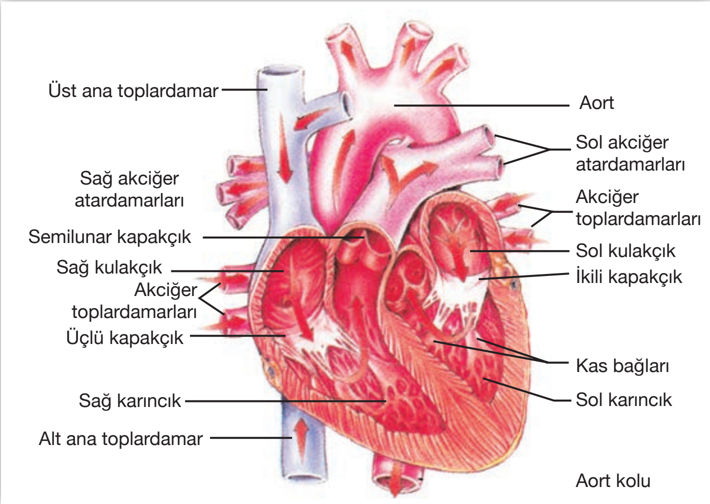
Kalp, göğüs boşluğunun biraz solunda iki akciğer arasında yer alır. Yetişkin bir insanda yaklaşık 300 g ağırlığındadır. İnsan kalbi üstte iki kulakçık (atriyum), altta iki karıncık (ventrikül) olarak dört odacıklıdır (Görsel 4.2). Kulakçığın duvarları karıncığa göre daha incedir ve kulakçık ile karıncık tam bir perde ile ikiye ayrılmıştır.



Görsel 4.2: İnsan kalbinin dıştan görünüşü

Kulakçıklar ile karıncıklar arasında ve atardamarların karıncıklardan çıktıkları bölgelerde kapakçıklar bulunur.

Kalbin sağ kulakçığı ile sağ karıncığı arasında **üçlü kapakçık** (triküsbit), sol kulakçığı ile sol karıncığı arasında **ikili kapakçık** (biküsbit) vardır. Karıncıklara doğru açılan bu kapakçıklar kan geçişinden sonra kapanarak kanın geri akışını önler (Görsel 4.3). Karıncıkları atardamarlara bağlayan bölgelerde ise yarım ay şeklinde (semilunar) kapakçıklar bulunur. Bu kapakçıklar kanın atardamar yönünde akışını sağlar.



Görsel 4.3: İnsan kalbinin boyuna kesiti

Kalbin sağ kulakçığına alt ve üst ana toplardamarlar bağlanır. Sağ karıncıktan ise akciğer atardamarı çıkar. Oksijence fakir kanı taşıyan akciğer atardamarı kalpten çıktıktan sonra sağ ve sol akciğere gitmek üzere iki kola ayrılır.

Kalbin sol kulakçığına her iki akciğerden ikişer tane olmak üzere dört akciğer toplardamarı oksijenlenmiş kanı getirir. Sol karıncıktan çıkan aort (ana atardamar) ise tüm vücuda oksijence zengin kanı iletir.

Kalp, dıştan içe doğru üç tabakadan oluşmuştur. Kalbin dış yüzeyinde çift katlı bir zar olan **perikart** bulunur. Zarlar arasındaki perikart boşluğu kalbin çalışmasını kolaylaştıran ve kalbi dış basınçlara karşı koruyan kaygan bir sıvı ile doludur. Ortada **miyokart** denilen ve kalbin ritmik çalışmasını sağlayan kalp kası vardır.

Aorttan çıkan atardamarlar miyokart tabakasında kılcallara ayrılarak kalbi besleyen **koroner damarları** oluşturur. Koroner damarların tıkanması ya da daralması ile kalbe yeterince besin ve oksijen sağlanamaması kalp krizine neden olur. En içte ise kalbin iç yüzeyini örten ve kan damarlarının bulunmadığı tek katlı epitel dokudan oluşan **endokart** yer alır.

Etkinlik: Memeli Kalbinin İncelenmesi

Amaç

Bir memeli kalbini inceleyerek yapısını kavrama

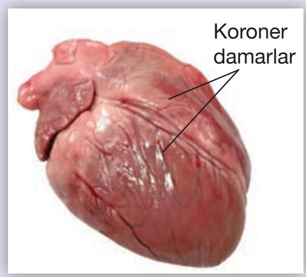
Araç Gereçler

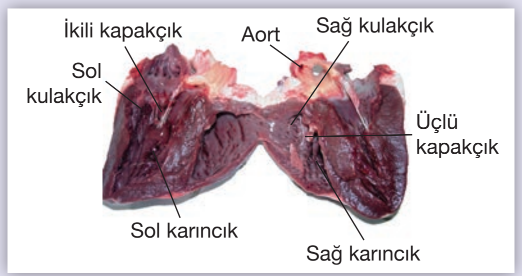
Koyun veya dana kalbi, pens, bisturi, diseksiyon küveti, plastik eldiven.

Ön Hazırlık

Sınıfınızda gruplar oluşturunuz. Sakatatçıdan temizlenmiş koyun ya da dana kalbi alarak sınıfa getiriniz.

Etkinliğin Yapılışı





Eldivenlerinizi giyiniz. Diseksiyon küvetine yerleştirdiğiniz kalbin dış görünüşünü inceleyerek sağ ve sol tarafını belirleyiniz. Kalbin çevresini saran yatay yağ tabakasını bulunuz. Bu tabaka, kulakçık ve karıncıklar arasındaki sınırda yer alır. Kalpte bulunan diğer yağ tabakası da kalbin sağ karıncığını sol karıncığından ayıran sınırı belirler. Her iki yağ tabakasından yararlanarak kalbin sağ ve sol bölümlerinde yer alan kulakçık ve karıncıkları belirleyiniz.

Kalbin yapısındaki tabakaları inceleyiniz. Kalbin dış tabakasını oluşturan perikartın kaygan yapısına dikkat ediniz. Kalbi boyuna doğru iki parçaya ayırınız. Kulakçık ve karıncıklar arasındaki kapakçıklara dikkat ediniz. Kapakçıkları karıncık duvarına bağlayan bağ doku liflerini çekerek ne kadar sağlam olduklarını gözlemleyiniz. Sağ karıncık ile sol karıncık duvarlarının kalınlıklarını karşılaştırınız.

Kalpteki damarların çeper kalınlıklarını inceleyiniz. Aort, akciğer atardamarı, akciğer toplardamarı, üst ve alt ana toplardamar ve koroner damarları belirleyiniz. Aortu uzunlamasına keserek yarım ay şeklindeki kapakçıkları inceleyiniz.

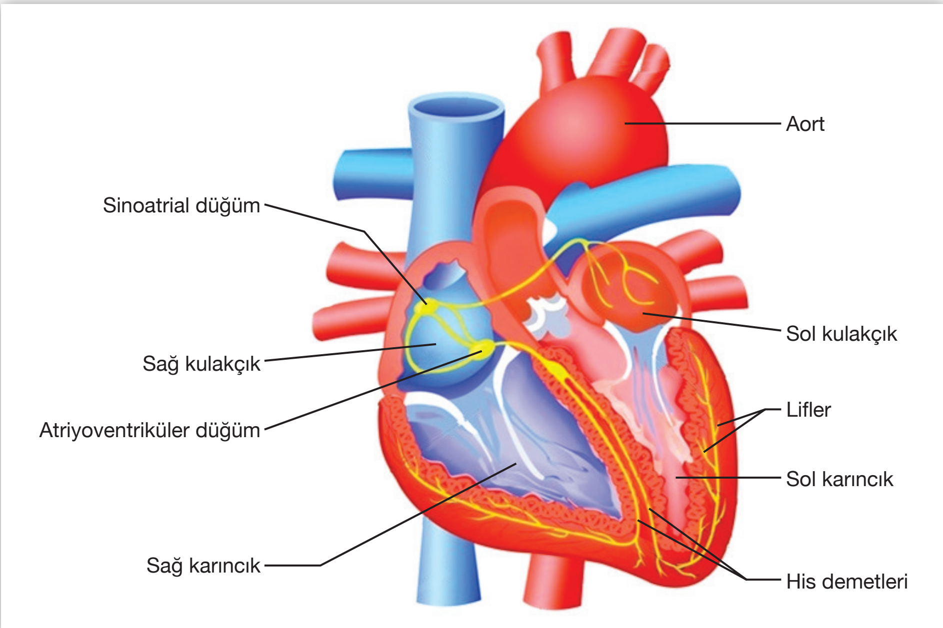
Değerlendirme Soruları

1. Kalpte dıştan içe doğru hangi yapıları gözlemlediniz?
2. Kalpten çıkan atardamarlar ile kalbe kan getiren toplardamarlar kalbin hangi bölümleriyle ilişkilidir?
3. Atardamarlar ile toplardamarların çeper kalınlıkları farklı mıdır? Neden?
4. Kalbin kulakçık duvarının karıncık duvarından daha ince olmasını nasıl açıklarsınız?
5. Kalpteki kapakçıkları gözlemleyebildiniz mi? Kapakçıkların kalbin çalışmasındaki rolünü nasıl açıklarsınız?

1. Kalbin Çalışma Mekanizması

Kalbin çalışması kalp kasının kasılıp gevşemesi ile gerçekleşir. Kalpteki kasılma olaylarının kontrolü kendi yapısında bulunan özelleşmiş dokularla düzenlenir. Bu nedenle omurgalı kalbi vücuttan çıkarılıp uygun bir kültür ortamına konulduğunda kasılmayı sürdürebilir.

Kalbin kasılması sağ kulakçık duvarında bulunan ve **sinoatrial** (SA) düğüm denilen özelleşmiş kas dokusunun otonom sinir sistemi tarafından uyarılması ile başlar. Sinoatrial düğümün uyarılması ile oluşan impuls, her iki kulakçığa yayılır ve kulakçıklar kasılır. Buradan yayılan impulslar, kulakçıklar ile karıncıklar arasındaki **atriyoventriküler** (AV) düğüme ulaşır. Atriyoventriküler düğümden çıkan özelleşmiş kas telciklerine **his demetleri** denir. His demetleri karıncıkların her tarafına yayılır ve impulsların karıncıklara iletilmesi ile karıncıklar kasılır. Böylece kalbin kasılıp gevşemesi sağlanır. Kan sürekli olarak kulakçıklardan karıncıklara ve oradan atardamarlara iletilir (Görsel 4.4).



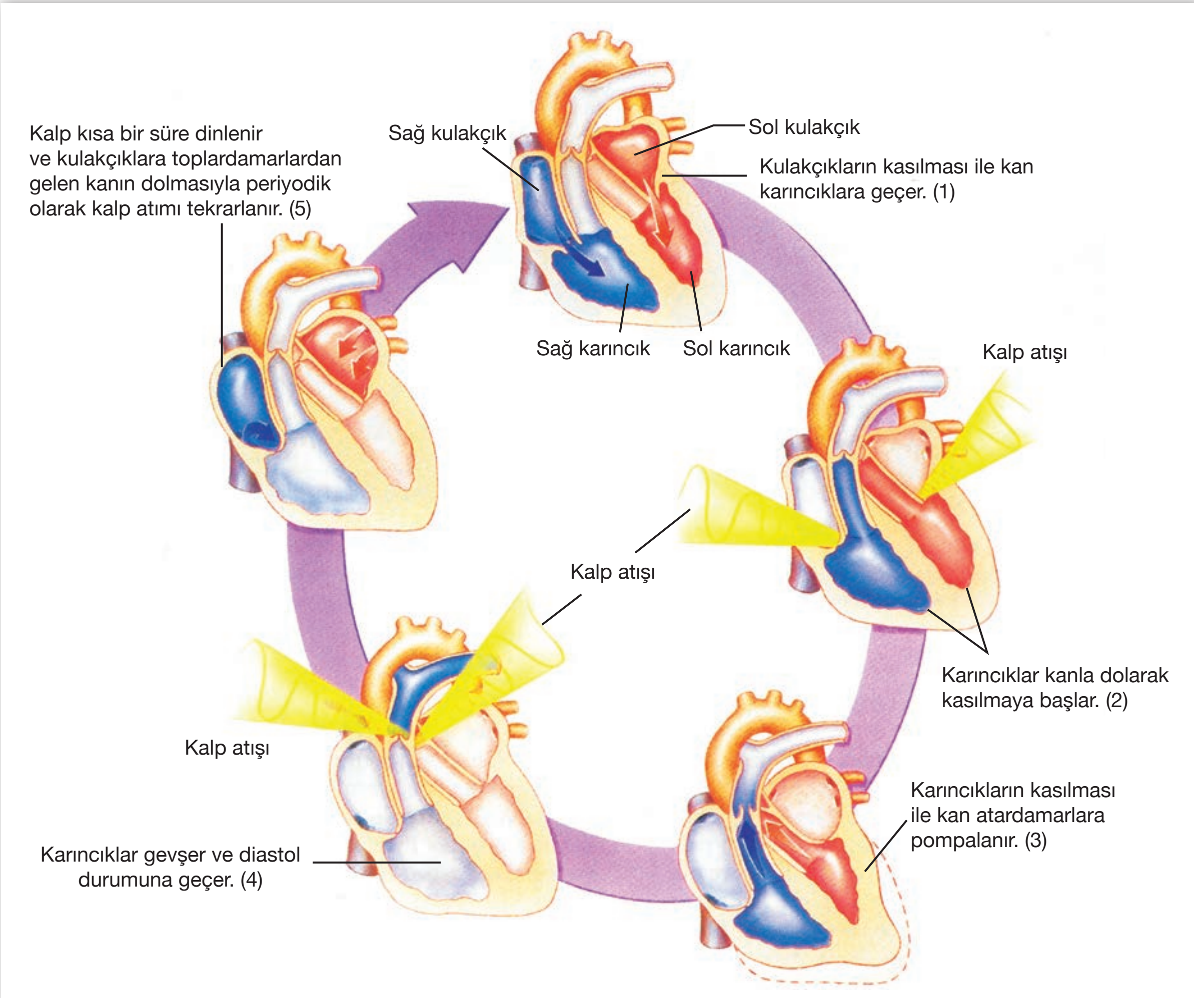
Görsel 4.4: Kalbin çalışması kalpte bulunan özelleşmiş yapılar ile sağlanır.

Kalbin çalışmasının kontrolü her ne kadar kendi yapısındaki özelleşmiş dokularla sağlansa da bazı faktörler sinoatrial düğümü uyararak kalbin ritmik kasılması üzerinde etkili olur. Örneğin, adrenalin ve tiroksin hormonları, kafein, nikotin ve tein gibi uyarıcı maddeler, yüksek ateş, kandaki karbondioksit yoğunluğunun artması kalbin daha hızlı çalışmasına neden olur.

Otonom sinir sistemine ait olan vagus siniri ve asetilkolin hormonu hızlanan kalp ritmini yavaşlatarak normale döndürür.

Kalbin çalışması sırasında kulakçık ve karıncıkların kasılmasına **sistol**, gevşemesine **diastol** denir. Kasılma, kanın hareketi için itici bir güç oluşturur. Kulakçık ve karıncıkların kasılıp gevşemeleri birbirine zıttır. Biri kasılırken diğeri gevşer. Kulakçıkların gevşemesi sırasında sağ kulakçık, vücuttan gelen alt ve üst ana toplardamarların getirdiği az oksijenli kan ile; sol kulakçık ise akciğer toplardamarlarının getirdiği oksijence zengin kan ile dolar.

Kulakçıklar kasıldığında karıncıklar gevşer ve kulakçıklardan gelen kan ile dolar. Karıncıkların kasılması ise kanı atardamarlara pompalar. Kan, sağ karıncıktan akciğer atardamarına, sol karıncıktan aort denilen ana atardamara ritmik kasılmalara bağlı olarak pompalanır (Görsel 4.5).



Görsel 4.5: Kalbin çalışmasının şematik gösterimi

Kalbin her atışı 0,85 sn sürer. Kulakçıklar 0,15 sn'de, karıncıklar 0,30 sn'de kasılır. 0,40 sn'de ise kalp dinlenir. Her kasılmada kalpten 70 mL kan atardamarlara pompalanır. Kalbin ritmik olarak kasılıp gevşemesinin atardamarlarda hissedilmesine **nabız** denir. Nabız, kalp atış sayısını verir. Sağlıklı, yetişkin bir insanda kalp atış sayısı dakikada 70-80 kadardır.

Kalbin kasılıp gevşemesi sırasında kanın atardamar duvarına yaptığı basınca **kan basıncı** ya da tansiyon denir. Karıncıkların kasılması sırasında kanın atardamarlara uyguladığı basınç **büyük tansiyon** (sistolik kan basıncı), karıncıkların gevşemesi anındaki kan basıncı ise **küçük tansiyon** (diastolik basınç) olarak tanımlanır. Sağlıklı bir yetişkinde dinlenme hâlinde büyük tansiyon 120 mm Hg, küçük tansiyon 80 mm Hg'dir.

Etkinlik: Nabız Sayımızı Ölçelim



Amaç

Nabız sayımının ölçümünü doğru yöntemlerle öğrenmek

Araç Gereçler

Kalem, defter, saat.

Etkinliğin Yapılışı

Sağ elinizin iki, üç ve dördüncü parmaklarını yan yana getiriniz.

Parmaklarınızı sol bileğinizin baş parmak hizasına gelen iç yüzüne koyunuz.

Parmak uçlarında nabız vuruşlarını hissettiğinizde saate bakarak bir dakikadaki nabız atışını sayınız, ya da 15 saniye süresince sayarak 4 ile çarpınız.

Nabız sayınızı arkadaşlarınızın nabız sayılarıyla karşılaştırınız.

Değerlendirme Soruları

1. Sınıfınızdaki en yüksek nabız sayısı kaçtır?

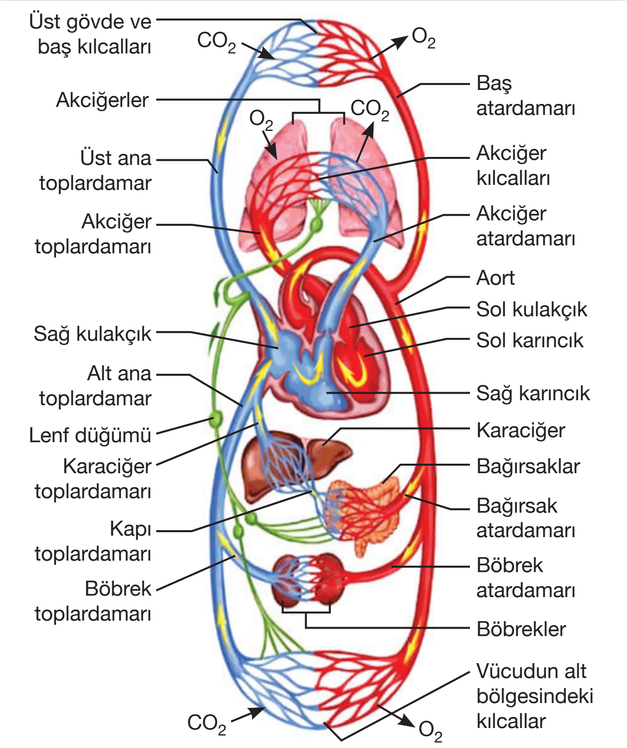
2. Sınıfınızın ortalama nabız sayısı kaçtır?

3. Aynı yaş grubunda olduğunuz hâlde nabız sayılarınızın farklı olmasını nasıl açıklarsınız?

2. Kanın Vücutta Dolaşımı

İnsanda kan dolaşımı, küçük ve büyük kan dolaşımı olarak ikiye ayrılır (Görsel 4.6).

Küçük kan dolaşımı, kalbin sağ karıncığında başlar, sol kulakçığında sonlanır. Kalbe gelen oksijence fakir kanın, akciğerlere gönderilmesi ve oksijen ile zenginleştirilerek tekrar kalbe iletilmesine küçük kan dolaşımı denir. Bu olay 6 sn sürer. Sağ karıncıktaki karbondioksit yüklü kan, karıncığın kasılmasıyla akciğer atardamarı tarafından akciğere taşınır. Kılcal kan damarları ile çevrili olan akciğer alveollerinde oksijen kana, kandaki karbondioksit ise alveollere geçer. Oksijen bakımından zenginleşen akciğer toplardamarları, kanı kalbin sol kulakçığına getirir. Böylece kalp ile akciğerler arasındaki küçük kan dolaşımı sonlanır.



Görsel 4.6: İnsanda kan dolaşımı

Küçük kan dolaşımı ilk olarak İslam bilgini **İbn Nefs** (1210-1288) tarafından tanımlanmıştır. İbn Nefs, kalbin sağ karıncığından pompalanan kanın akciğerleri beslemek için değil akciğerlerde oksijence zenginleşmek için yayıldığını, kalpte sağ karıncık ile sol karıncık arasında geçiş olmadığını belirtmiştir.

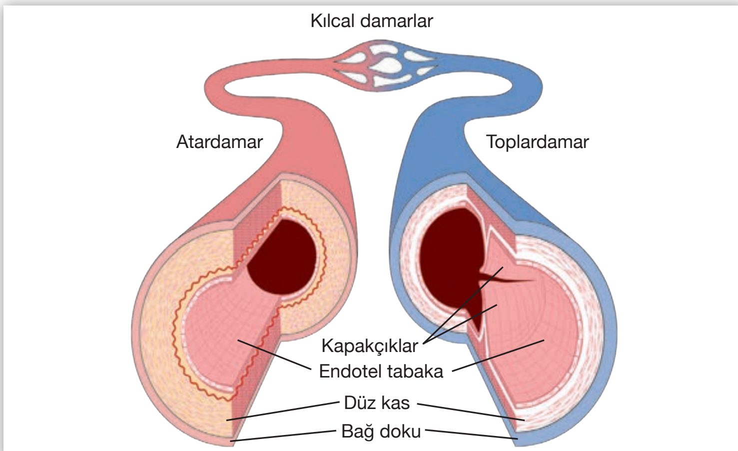
Büyük kan dolaşımı, kalbin sol karıncığında başlar, sağ kulakçığında sonlanır. 30 sn. süren bu olayda sol kulakçıktan sol karıncığa geçen oksijence zengin kan, karıncığın kasılmasıyla aorta pompalanır. Aort, kalpten çıktıktan sonra sola kıvrılarak bir yay oluşturur ve vücudun hem üst hem alt bölgesindeki organlara kan götüren atardamarlara ayrılır. Doku hücreleri ile kan arasındaki madde alışverişi kılcal damarlarda gerçekleşir. Daha sonra karbondioksit yüklü kan, alt ve üst ana toplardamarlar ile kalbin sağ kulakçığına getirilir. Böylece büyük kan dolaşımı tamamlanır.

Sıra Sizde

Kalbin yapısının daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

B. Kan Damarlarının Yapısı ve Görevleri

Kan dolaşım sisteminde atardamar, toplardamar ve kılcal damar olmak üzere üç tip damar bulunur (Görsel 4.7).



Görsel 4.7: İnsanda kan dolaşım sistemine ait damarlar

1. Atardamarlar: Kanı kalpten uzaklaştıran ve organlara götüren damarlardır. Akciğer atardamarı hariç tüm atardamarlar, oksijen bakımından zengin kan taşır. Atardamarlarda kan basıncı yüksektir. Damarların çeperleri kalın, çapları küçüktür. Atardamarlar dıştan içe doğru üç tabakadan oluşur.

Dış tabaka, kollajen ve elastik liflerden oluşan lifli bağ doku bulunur ve kan basıncına karşı damarın dayanıklı olmasını sağlar.

Orta tabaka, düz kaslardan oluşmuştur. Bu tabakada bulunan elastik lifler, damarlara verdiği esneklikle kanın hareketini kolaylaştırır.

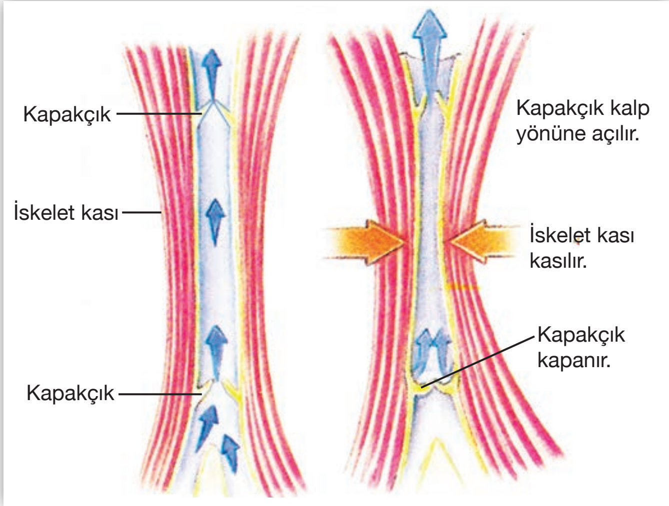
İç tabaka ise tek katlı yassı epitel dokudan oluşur. **Endotel** denilen bu tabaka, kanın kolayca hareket etmesini sağlayan kaygan bir yüzey meydana getirir.

Atardamarlardaki kanın hareketinde; karıncıkların kasılmasıyla oluşan kan basıncı, atardamarların yapısındaki düz kasların hareketi, yer çekimi ve arkadan gelen kanın öndekini itmesi etkilidir.

2. Toplardamarlar: Kanı doku ve organlardan kalbin kulakçıklarına getiren damarlardır. Atardamarlarda olduğu gibi toplardamarlar da üç tabakadan oluşur. Ancak dış tabakada bağ dokusu lifleri

azdır, orta tabakada ise elastik lif miktarı çok azdır. Toplardamarlarda kan basıncı düşüktür. Bu damarların çeperleri atardamarlardan daha ince, çapları daha büyüktür. Bu nedenle daha çok kan bulundurur. Kanın akış hızı ise atardamarlardan daha yavaştır.

Vücudun üst bölgelerindeki kanın kalbe akışında yer çekimi rol oynar. Vücudun alt bölgelerindeki kanı kalbe getiren toplardamarlarda ise tek yöne açılan ve kanın yer çekimine bağlı olarak geriye akışını önleyen kapakçıklar bulunur (Görsel 4.8). Ayrıca damarların etrafındaki iskelet kasları, atar ve kılcal damarlardaki kanın itme basıncı, soluk alma sırasında göğüs boşluğunun artan hacmi, kulakçıkların gevşemesi ile oluşan emme basıncı toplardamarlardaki kanın hareketinde etkilidir.

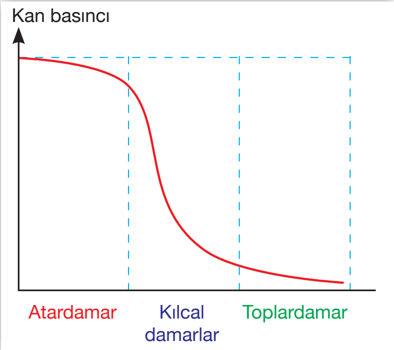


Görsel 4.8: İskelet kası ve toplardamardaki kapakçıklar kanın kalbe taşınmasında yardımcıdır.

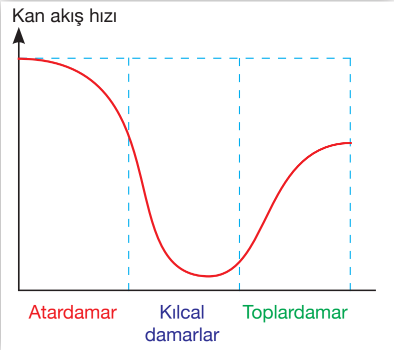
3. Kılcal Damarlar: Kapiler damar olarak da adlandırılan kılcal damarlar, atardamarlar ve toplardamarlar arasında bulunur.

Kan ile doku sıvısı arasında madde alışverişini sağlayan kılcal damarlar tek katlı yassı epitel dokudan (endotel) oluşur. Tüm vücudu bir ağ gibi saran kılcal damarlar geniş bir yüzey oluşturur. Bu nedenle kılcal damarların her birinin çapı çok az olmasına rağmen toplam kesit alanı diğer damarlardan fazladır. Vücut hücreleri ile kılcal damarlar arasında doku sıvısı bulunur. Kılcal damarların endotelinde bulunan porlardan kan hücreleri ve büyük kan proteinleri dışında, plazmada çözünmüş hâlde bulunan maddeler geçebilir. Kanda çözünmüş maddeler kılcal damarlardan doku sıvısına geçerken doku sıvısındaki maddeler de kılcal damarlara geçer.

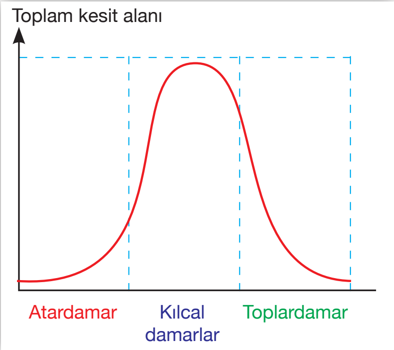
Kılcal damarlarda kanın akış hızı çok düşüktür. Kanın akış hızının düşük olması kan ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişini kolaylaştırır. Aşağıda atardamar, kılcal damar ve toplardamarların kan basıncı, toplam kesit alanı ve kanın akış hızına ilişkin olarak verilen grafikleri inceleyiniz (Görsel 4.9, Görsel 4.10, Görsel 4.11).



Görsel 4.9: Damarlardaki kan basıncı



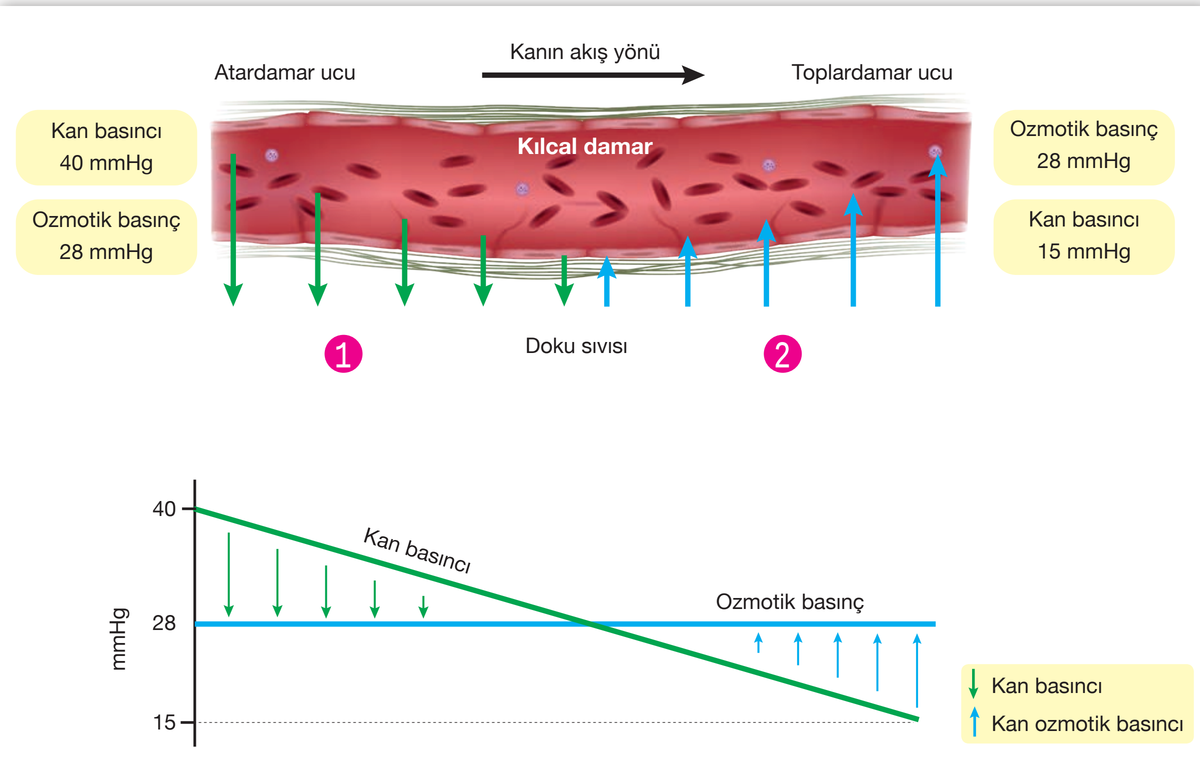
Görsel 4.10: Damarlardaki kanın akış hızı



Görsel 4.11: Damarların vücuttaki toplam kesit alanı

Kılcal Damarda Madde Alışverişi

Kan ile hücreler arasındaki madde alışverişinde kan basıncı ile osmotik basınç etkilidir. Osmotik basınç, kan plazmasındaki albümin ve globülin proteinlerinin yoğunluğundan kaynaklanır. Bu proteinler büyük moleküllü olduklarından damar dışına çıkamaz ve kanın osmotik basıncının damar boyunca sabit kalması sağlanır. Kalbin kasılması ile oluşan kan basıncı atardamar ucundan toplardamar ucuna doğru azalır. Kılcal damarların atardamar ucunda kan basıncı, osmotik basınçtan yüksek olduğu için kan plazmasındaki su ve çözünmüş maddeler difüzyonla doku sıvısına geçer (1). Kan basıncının; kılcal damarların toplardamar ucuna doğru gittikçe azalması, damar boyunca sabit kalan osmotik basıncın altına düşmesine neden olur. Osmotik basıncın kan basıncından yüksek olması doku sıvısındaki su ve çözünmüş maddelerin tekrar kana geçmesini sağlar (2) (Görsel 4.12). Ancak kanı terk eden akyuvarlar, bazı proteinler ve suyun bir kısmı ise lenf sistemi aracılığıyla kan dolaşımına geri döner.



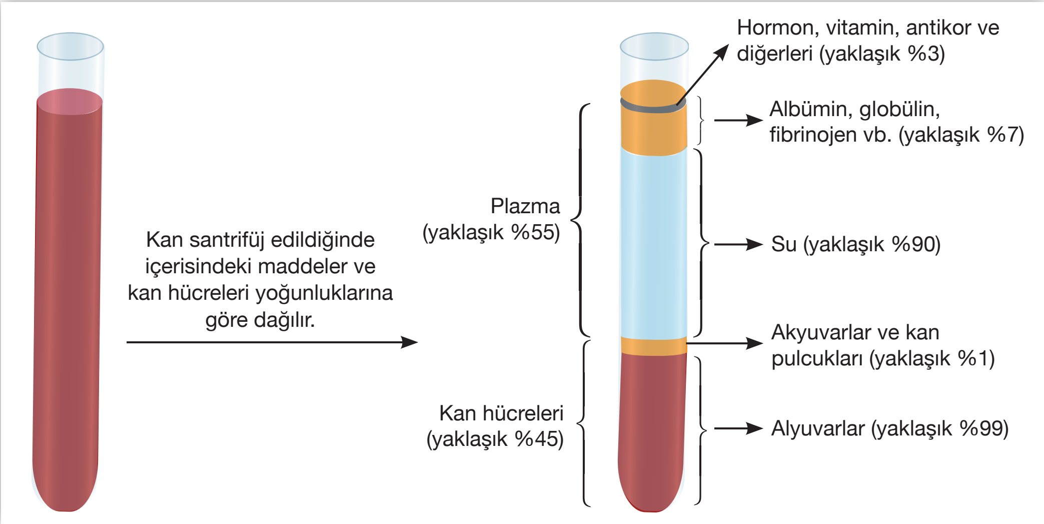
Görsel 4.12: Kılcal damarlar ile doku sıvısı arasındaki madde alışverişinde kan basıncı ve osmotik basınç etkilidir.

Sıra Sizde

Dolaşım sisteminin daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

C. Kan Dokunun Yapısı ve Görevleri

Kan doku, plazma ve kan hücrelerinden oluşur (Görsel 4.13). Plazma, kan dokunun %55'ini, kan hücreleri %45'ini oluşturur.



Görsel 4.13: Kan, plazma ve kan hücrelerinden oluşur.

a. Plazma: Plazmanın %90-92'sini su, %7-8'ini kan proteinleri oluşturur. Ayrıca plazma içinde glikoz, amino asit gibi yapı birimleri, vitaminler, mineraller, hormonlar, enzimler ve antikorlar bulunmaktadır. Kan plazmasında bulunan bu maddeler kan ile doku sıvısı arasında sürekli yer değiştirir.

Plazmada bulunan en önemli proteinler **albümin**, **globülin** ve **fibrinojen**dir.

Albümin ve globülinler büyük moleküllü olduklarından damar dışına çıkamaz. Bunlar kanın osmotik basıncına neden olarak suyun plazma ile doku sıvısı arasındaki dengesini sağlar. Ayrıca bazı globülinler, hastalıklara neden olan mikroorganizmalara karşı koruyucu antikor olarak görev yapar.

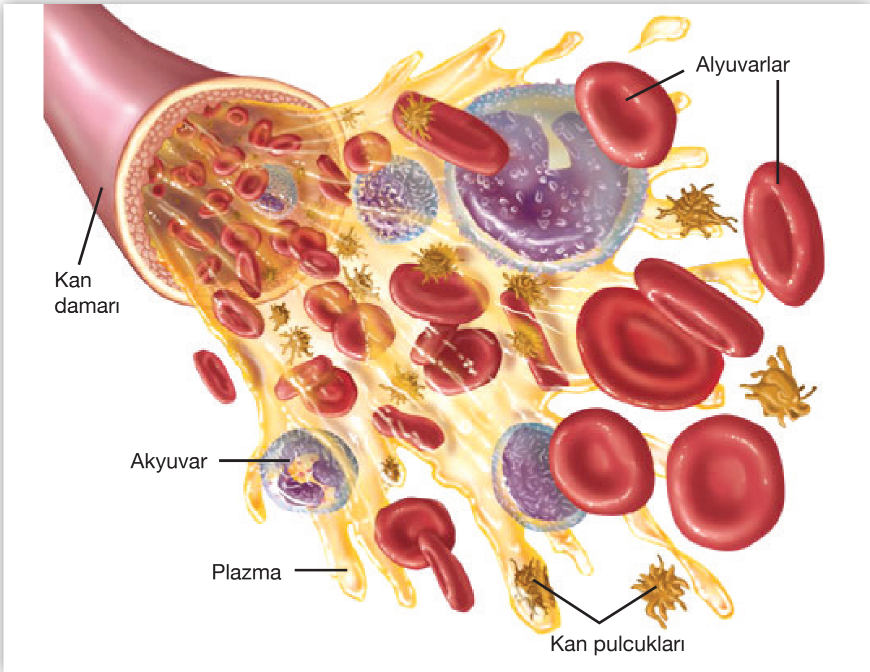
Fibrinojen, kanın pıhtılaşmasında rol oynayan bir proteindir. Oluşan pıhtı kısa sürede yara üzerini kapatarak kan kaybını önler. Plazmanın fibrinojenden arındırılmış kısmına ise **serum** denir. Serum, çeşitli hastalıkların teşhis ve tedavisinde kullanılır.

b. Kan hücreleri: Kan plazmasında alyuvar (eritrosit) ve akyuvar (lökosit) olmak üzere iki tip hücre vardır. Ayrıca kanda kemik iliğindeki büyük hücrelerin parçalanmasıyla oluşan ve **kan pulcukları** (trombosit) olarak adlandırılan hücre parçacıkları da bulunur (Görsel 4.14).

Alyuvarlar: Kan içinde en bol bulunan hücrelerdir. 1 mm^3 kanda, 4,5-5 milyon kadar alyuvar bulunur. Bu oran, kadın ve erkekte farklı olabildiği gibi yaşanılan coğrafi bölgelere göre de değişir. Örneğin, dağlık alanlarda yaşayan insanlarda atmosfer oksijeninin azalmasına bağlı olarak alyuvar sayısı artmaktadır.

Alyuvarlar kırmızı kemik iliğinde üretilir. Yapılarında demir içeren bir protein olan hemoglobin bulunur. Hemoglobin, kana kırmızı rengini verir ve oksijen ile karbondioksitin taşınmasında görev alır. Alyuvarların yüzeyinde bulunan glikoproteinler (A, B ve Rh glikoproteinleri) ise kan gruplarının belirlenmesini sağlar.

Alyuvarlar damar dışına çıkamaz ve pasif hareket eder. Bu hücreler olgunlaşıp kana geçtiklerinde çekirdeklerini ve zarlı organellerini kaybederek ortası çökük bir şekil alır. Bu özellikleri hemoglobin taşıma kapasitelerini artırır.



Görsel 4.14: Kan hücreleri

Tüm memelilerin alyuvarları çekirdeksizdir. Bu nedenle alyuvarlar bölünemez ve kendilerini yenileyemez. Yaklaşık 120 gün yaşar. Ömrü biten alyuvarlar karaciğerde özellikle karaciğerin kupfer hücrelerinde ve dalakta parçalanır. Açığa çıkan demir molekülleri yeniden alyuvar yapımında kullanılır. Alyuvarların sayısı yükseklere çıkıldıkça ve kan kayıplarında artar.

Akyuvarlar: Lökosit olarak da tanımlanan akyuvarlar 1 mm^3 kanda, yaklaşık 6000-10.000 kadar bulunur. Akyuvarlar kırmızı kemik iliğinde üretilir. Bazı akyuvar çeşitleri üretildikten sonra dalak, timüs bezi, lenf düğümleri gibi lenfatik organlarda aktifleşir. Ömürleri birkaç gündür. Renksiz ve çekirdekli kan hücreleridir.

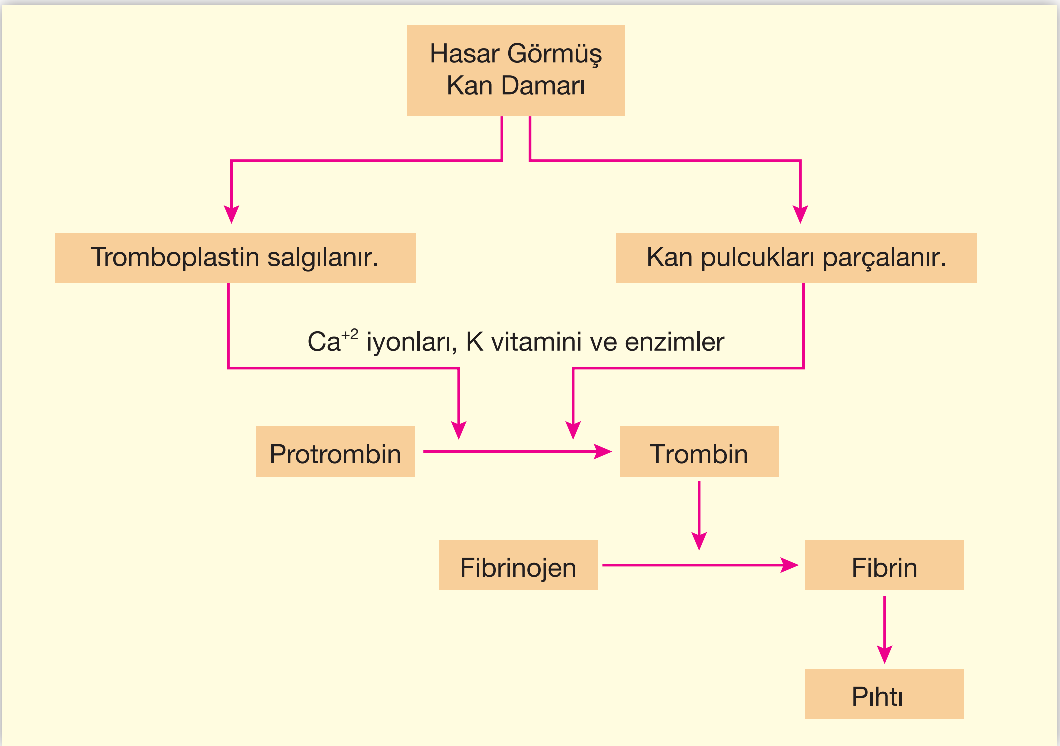
Bağışıklık sisteminin önemli hücreleri olan akyuvarların bir kısmı, kılcal damar duvarından doku sıvısına geçerek bakterileri fagositozla yutabilen hücrelere dönüşür. Bir kısmı ise özgül bağışıklığın sağlanmasında görevli olan **T** ve **B lenfositlerini** oluşturur.

Timüs bezinde olgunlaşan lenfositler T lenfositleri adını alır. Olgunlaşmalarını fetüs döneminde karaciğerde, doğumdan sonra kemik iliğinde tamamlayanlar ise B lenfositleri olarak adlandırılır. T lenfositleri antijenle doğrudan temas ederek salgıladıkları kimyasal maddelerle onları yok eder. Diğer savunma hücrelerini antikor üretmesi için uyararak vücut savunmasında rol oynar. B lenfositleri ise antijeni tanır ve antijenin yapısına uygun antikor üretir. Lenfositler sinir dokusu hariç her dokuda bulunur.

Kan pulcukları (Trombositler): Çekirdek içermeyen, kanın pıhtılaşmasında rol oynayan hücre parçacıklarıdır. Yaralanmalarda salgıladıkları enzimle, kanın pıhtılaşmasında görev alırlar.

Kanın pıhtılaşması

Kan, damar içinde dolaşırken plazma içinde bulunan heparin sayesinde pıhtılaşmaz. Eğer damar zedelenirse kan, damar dışına çıkar ve kan pulcukları sürtünmeye bağlı olarak parçalanır. Kan pulcuklarından ve hasar gören damar çeperinden tromboplastin salgılanır. Tromboplastin, K vitamini ve Ca^{+2} iyonları yardımıyla karaciğerde sentezlenen protrombini trombine dönüştürürken trombin de plazma proteini olan fibrinojeni fibrine dönüştürür. Fibrin, lifli bir proteindir ve kan hücrelerini sararak çökeltir. İçinde alyuvar, akyuvar ve kan pulcuklarının olduğu, **pıhtı** olarak adlandırılan bir yapı oluşur. Oluşan pıhtı ile yara tıkanır ve kanama durur (Görsel 4.15). Kan plazması içinde pıhtılaşmadan sorumlu faktörlerden birinin olmaması kanama sırasında önemli kan kayıplarına neden olur.



Görsel 4.15: Hasar gören damarda kanın pıhtılaşma süreci

Kan, yaşamın sürmesini sağlayan en önemli vücut sıvısıdır. Kanın vücuttaki görevleri aşağıda özetlenmiştir:

- Kan, kalp ve damarlar aracılığıyla tüm vücudu dolaşarak besin moleküllerini, solunum gazlarını, hormonları, mineralleri, vitaminleri ve atık ürünleri ilgili yerlere taşır.
- Pıhtılaşma mekanizması ile kan kayıplarını önler.
- Vücut sıcaklığının ayarlanmasında, asit baz dengesinin sağlanmasında ve osmotik dengenin düzenlenmesinde işlev görür.
- Vücut savunmasında rol oynar.

Sıra Sizde

Sınıfta gruplar oluşturunuz. Kan ve kemik iliği bağışının önemi ile ilgili farkındalık oluşturmak amacıyla (broşür, kamu spotu, anket vb.) çalışmalar yapınız. Çalışmanızı hazırlarken grup arkadaşlarınızla yardımlaşınız ve iş birliği yapınız. Hazırladığınız çalışmayı sınıfta bir sunumla arkadaşlarınızla paylaşınız. Bu çalışma için aşağıdaki önerilerden yararlanabilirsiniz.

1. www.kizilay.org.tr Genel Ağ adresini ziyaret ediniz. Bulunduğunuz bölgede Türk Kızılayı şubesi varsa ziyaret ediniz. Belge, broşür, poster gibi materyaller alma imkânınız varsa alıp inceleyiniz. Kan ve kemik iliği bağışıyla ilgili bilgi toplayınız.

2. TÜRKÖK (Türkiye Kök Hücre Koordinasyon Merkezi) hakkında bilgi toplayınız.

Kan grupları: İnsanlarda A, B, O alelleriyle ortaya çıkan dört farklı kan grubu vardır. Bunlar A, B, AB ve kan gruplarıdır. Kan grupları, alyuvarların zarında antijen olarak adlandırılan glikoproteinlere göre belirlenir. Kan plazmasında ise antikor denilen proteinler bulunur.

Kan grubu	Alyuvarlardaki antijen	Plazmadaki antikor	Kan alabileceği kan grupları	Kan verebileceği kan grupları
A	A	Anti-B	A, O	A, AB
B	B	Anti-A	B, O	B, AB
AB	A ve B	Yok	AB, O	AB
O	Yok	Anti-A ve Anti-B	O	O, A, B, AB

Kan nakillerinde antijen-antikor ilişkisine bakılır. Aynı gruptan antijen ve antikorlar bir araya gelirse alyuvarlar çökelir. Bu çökelmeye **aglütinasyon** denir. Aglütinasyon oranının çok fazla olması durumunda damarlar tıkanır. Ani şok ve ölüm gerçekleşir. Örneğin, A kan grubundan bir kişinin kanını yanlışlıkla B kan grubundan bir kişiye verdiğimizi düşünelim.

A kan grubunda bulunan A antijeni, B kan grubunda bulunan anti-A ile birleşir ve alyuvarlar çökelir.

A antijeni + Anti-A → Aglütinasyon (Alyuvarların çökelmesi)

Kan alışverişi, teorik olarak yukarıda belirtildiği gibi açıklanmasına karşın pratikteki uygulamada aynı grup olan kanlar tercih edilir. Çünkü farklı gruplar arasında yapılan kan nakillerinde az da olsa

çökelme görülebilir. Örneğin A, B ve 0 kan grubundan AB kan grubuna kan verildiğinde kısmi çökelme görülür. Bu çökelmenin nedeni A, B ve 0 kan grubundaki antikorların, AB kan grubundaki antijenlerle bir araya gelmesidir. Bu durum ağır kan kayıplarının olduğu zaman bireye fazla oranda kan verilmesine bağlı olarak daha fazla çökelme olacağından oldukça tehlikelidir.

Kan gruplarının belirlenmesinde ve kan alışverişlerinde Rh faktörü de önemlidir. Rh faktörü alyuvarların yüzeyinde bulunan bir antijendir. Bu antijeni taşıyan bireyler Rh (+), taşımayanlar Rh (–) kan grubundandır. Rh (–) olan bireyler Rh (+) bireylere kan verebilirken Rh (+) bir birey, Rh (–) bireye kan veremez. Bunun nedeni Rh (+) bireyin alyuvar zarındaki antijenlere karşı Rh (–) bireyin kan plazmasında antikorların oluşmasıdır. Rh antijen ile Rh antikorunun bir araya gelmesi alyuvarların parçalanarak çökelmesine neden olur. Bu nedenle kan alışverişlerinde Rh faktörünün uygunluğu önemlidir.

Etkinlik: Kan Hücrelerinin Mikroskopta Gözlenmesi

Amaç

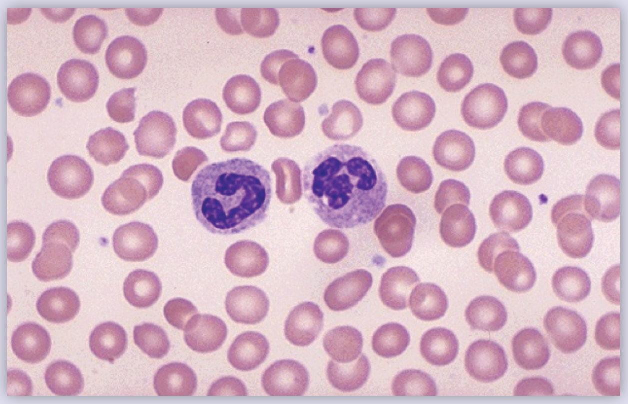
Kanın yapısını kavrama

Araç Gereçler

Mikroskop, plastik eldiven, hazır kan preparatı.

Etkinliğin Yapılışı

Laboratuvarınızda bulunan hazır kan preparatını mikroskobun tablası üzerine yerleştiriniz. Mikroskobun önce küçük objektifini kullanarak görüntüyü netleştiriniz. Daha sonra büyük objektif ile kan hücrelerini gözlemleyiniz. Gördüğünüz kan hücrelerinin şeklini çiziniz. Bunların hangi kan hücreleri olduğunu belirtiniz.



Kan hücrelerinin mikroskop görüntüsü

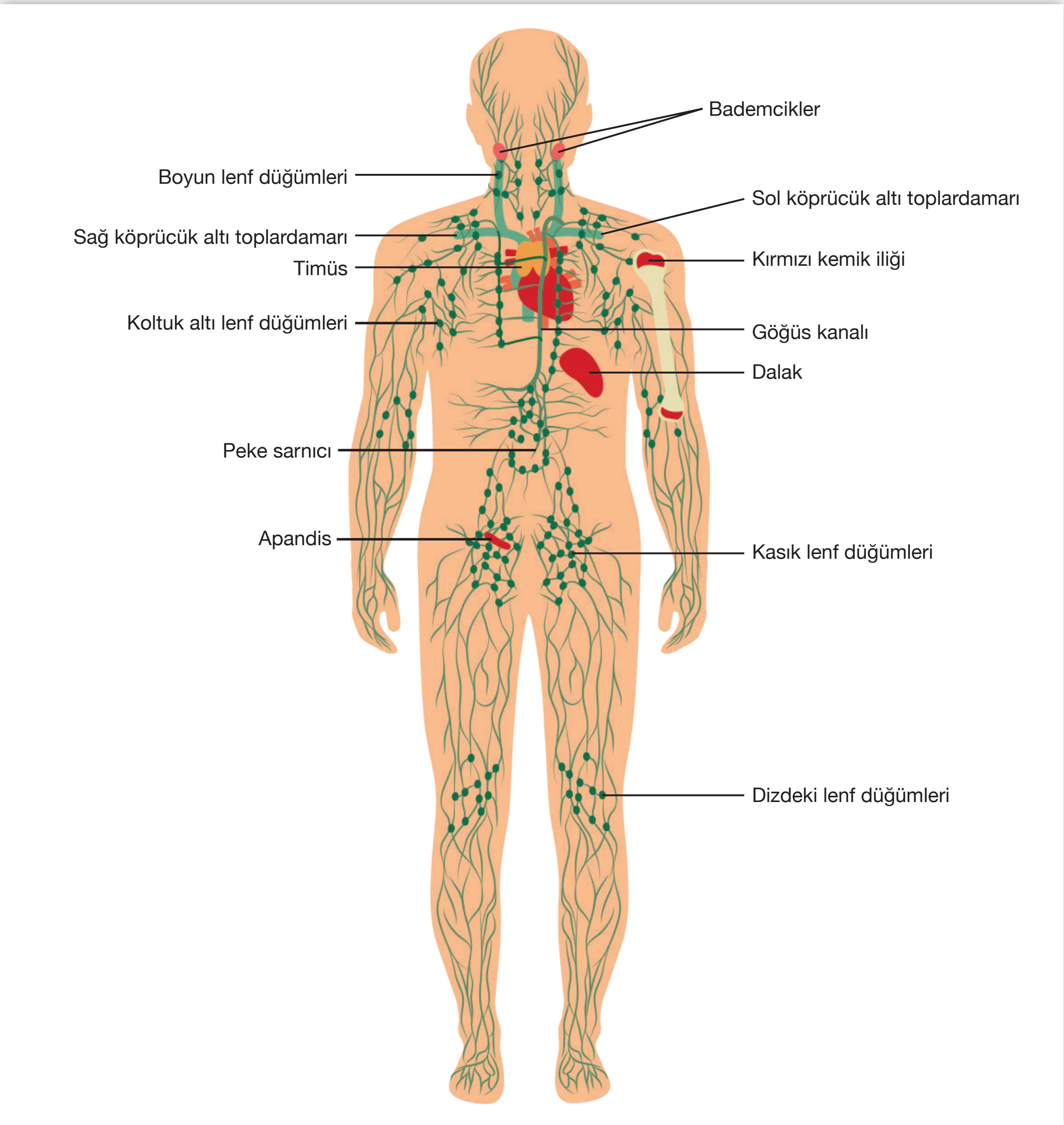
Değerlendirme Soruları

1. Kaç çeşit kan hücresi görebildiniz?
2. Hangi kan hücresinin sayıca diğer kan hücrelerden daha fazla olduğunu söyleyebilirsiniz?
3. Gördüğünüz hücrelerin tümünde çekirdek yapısını gözlemleyebildiniz mi?

11.1.4.2. Lenf Dolaşımı

Kılcal damarların atardamar ucundan boşluğa geçen sıvının tamamı, toplardamar ucundan kılcala geri emilemez ve bazı küçük kan proteinleri doku sıvısında kalır. Eğer proteinler tekrar kana alınmazsa insan 24 saat içinde ölebilir. Hücreler arası boşlukta biriken sıvının kana dönüşü lenf sistemi ile sağlanır.

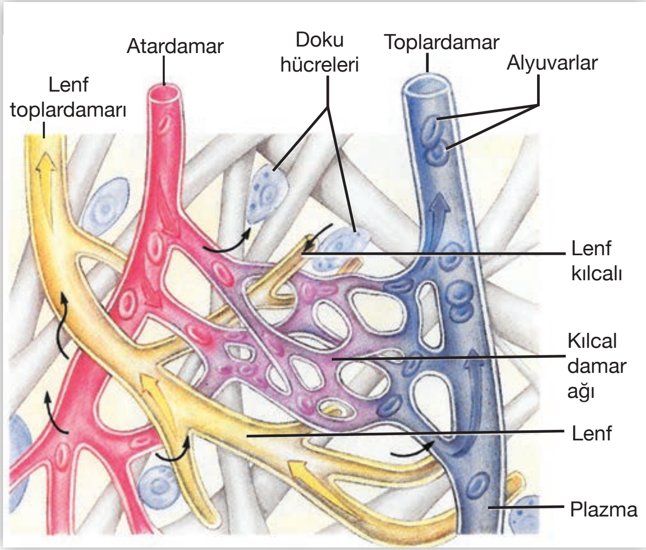
Lenf sistemi, lenfositlerin oluşumunu ve olgunlaşmasını sağlayarak vücudun savunmasında da görev alır. Ayrıca ince bağırsaklardan emilen yağ asiti, gliserol ve yağda çözünen vitaminlerin kan dolaşımına katılmasını sağlar. Lenf dolaşımı, kan dolaşımına göre oldukça yavaştır. Yalnızca omurgalılarda görülen lenf dolaşımı; lenf sıvısı, lenf damarları ve lenf düğümlerinden oluşur (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Lenf sistemi

a. Lenf sıvısı: Lenf damarlarına geçen doku sıvısına **lenf** denir. Lenf sıvısında; makrofaj ve lenfosit adı verilen akyuvar hücreleri, küçük moleküllü proteinler, glikoz, amino asit, tuz ve su gibi maddeler bulunur. İçeriğinde alyuvar bulunmadığı için lenf sıvısı renksizdir ve **akkan** olarak tanımlanır. Ayrıca lenf, pıhtılaşmada görevli fibrinojen proteini de içermez.

b. Lenf damarları: Lenf damarları, lenf kılcalları ile lenf toplardamarlarından oluşur (Görsel 4.17). Lenf atardamarı bulunmaz. Dokular arasına yayılmış ince çeperli ve oldukça geçirgen olan lenf kılcalının bir ucu kapalıdır ve doku sıvısı ile temas hâlindedir. Diğer ucu ise lenf toplardamarına bağlıdır. Vücudun alt bölgelerindeki lenf toplardamarlarında tek yöne açılan kapakçıklar bulunur. Bu kapakçıklar, lenf sıvısının kalp yönüne doğru akmasına yardımcıdır. Ayrıca lenf sıvısının hareketinde kapakçıkların yanı sıra iskelet kaslarının hareketi, soluk alıp verme sırasında göğüs iç basıncında oluşan değişiklik ve arkadan gelen sıvının öndekini itmesi etkilidir.



Görsel 4.17: Lenf damarlarının kan damarları arasındaki dağılımı

c. Lenf düğümleri: Lenf toplardamarlarının birleştikleri yerlerde oluşan yapılara **lenf düğümü** denir. Bademcikler, dalak, timüs bezi en önemli lenf düğümleridir. Koltuk altlarında, kasık bölgelerinde çok sayıda lenf düğümü bulunur.

Lenf, kan dolaşım sistemine dönmeden önce lenf düğümleri aracılığı ile filtre edilir. Lenf düğümlerinde patojen mikroorganizmaları kısa sürede ortadan kaldıran ve bağışıklık sisteminde etkili olan lenfosit hücreleri üretilir. Lenfositler antikor üreterek ya da antijeni yok edecek kimyasal maddeler salgılayarak vücut savunmasında rol oynar. Vücudun bazı enfeksiyonlara karşı koyması sırasında bu hücreler aşırı çoğalarak lenf düğümlerinin şişmesine neden olur. Örneğin önemli lenf düğümlerinden olan bademciklerin şişmesinin nedeni, vücuda giren mikroorganizmalarların yok edilmesi sırasında lenfositlerin hızla çoğalmasıdır.

Lenf damarlarının tıkanması ya da damarlarda bulunan kapakçıkların yapısının bozulması sonucunda, lenf sıvısının kan dolaşımına katılımı tam olarak gerçekleşemez ve doku arası boşluklarda sıvı birikir. Bu duruma **ödem** denir. Ayrıca kılcal damarlardaki kan basıncının artması, kılcal damarların geçirgenliğinin artması, dokulardaki sodyum miktarında oluşan değişiklikler de ödeme neden olabilir.

Lenf damarları parazitlerle tıkanırsa doku sıvısının aşırı birikimine bağlı olarak özellikle bacaklarda aşırı şişmeler ortaya çıkar. Bu durum **fil hastalığı** olarak tanımlanır (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: Fil hastalığı

Lenf sıvısı, iki yolla kan dolaşımına katılır:

Birinci yol: Vücudun alt bölgelerinden yani bacaklar ve bağırsaklardan toplanan lenf sıvısı, lenf kılcalları ile lenf toplardamarlarına, buradan da en büyük lenf damarı olan göğüs kanalına getirilir. Göğüs kanalı sol köprücük altı toplardamarına bağlanır. Ayrıca başın sol tarafı ve sol koldan gelen lenf damarları da buraya açılır. Sol köprücük altı toplardamarı, üst ana toplardamarla birleşerek toplanan lenf sıvısını kan dolaşımına katar.

İkinci yol: Başın sağ tarafı, sağ kol ve gövdenin sağ yarısından toplanan lenf sıvısı, lenf kılcalları ile boyun bölgesindeki büyük lenf damarına getirilir. Bu damar da sağ köprücük altı toplardamarı ile birleşerek üst ana toplardamara bağlanır. Böylece lenf sıvısı kan dolaşımına katılır. Kan ve lenf yoluyla taşınan sıvılar kalbin sağ kulakçığında bir araya gelir.

Lenf dolaşımının görevleri aşağıda özetlenmiştir.

- Doku arası boşluklara sızan sıvıyı toplayarak kan dolaşımına ulaştırır.
- Lenf düğümleri lenfosit üreterek vücudun savunma sistemine yardımcı olur.
- Yağların sindirim ürünlerinin ince bağırsaktan emilerek kan dolaşımına katılımını sağlar.

Etkinlik: Model Tasarlama

Amaç

Kan ve lenf dolaşımını açıklayan model tasarlamak

Araç Gereçler

Tasarladığınız modele göre belirleyiniz.

Etkinliğin Yapılışı

Sınıfınızda gruplar oluşturunuz. Kan dolaşımı, kalbin yapısı, lenf dolaşımı, kan hücreleri gibi yapıları açıklayan modeller tasarlayınız. Tasarladığınız modeli yapmak için karton, ip, boncuk, oyun hamuru, tel vb. maddeleri kullanabilirsiniz.

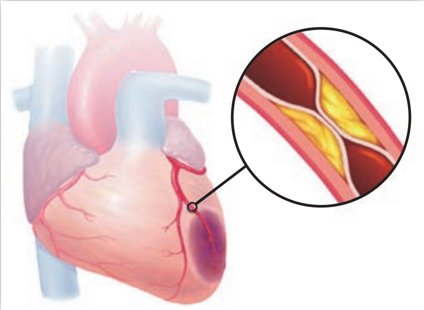
Değerlendirme

1. Modelinizi arkadaşlarınızın tasarladığı modellerle karşılaştırınız.

2. Yapmış olduğunuz modelleri fotoğraflayarak sınıfınızda pano düzenleyiniz.

11.1.4.3. Dolaşım Sistemi Rahatsızlıkları

Dengesiz beslenme, hayvansal yağların ve karbonhidratların fazla tüketimi, sigara ve alkol kullanımı, kirli hava, stres, hareketsiz yaşam, diyabet, şişmanlık, yüksek tansiyon gibi durumlar kalp, kan ve damar sağlığını olumsuz etkiler. Aşağıda bu gibi durumlara bağlı olarak ortaya çıkabilen rahatsızlıklara örnekler verilmiştir.



Görsel 4.19: Koroner damarda tıkanma kalp kasının beslenmesini önler.

Kalp krizi: Kalbin beslenmesini sağlayan koroner damarlardan birinin ya da birkaçının daralması, sertleşmesi ya da tıkanması sonucu kalp kasının ilgili bölümü beslenemez, oksijen alamaz ve kalp kası zayıflar (Görsel 4.19). Bu durum kalp krizine

neden olur. Kalp krizi sonucu kas dokunun beslenemeyen bölümündeki hücreler ölür ve yenilenemez. Kalbin kanı yeterince pompalayamadığı bu durum **kalp yetmezliği** olarak tanımlanır.

Damar tıkanıklığı: Atardamar duvarının esnek bir yapıya sahip olduğunu öğrenmiştiniz. Atardamar duvarına kalsiyum tuzları ve yağ birikmesi zamanla damarın esnekliğini yitirmesine neden olur. Buna **damar sertliği** (arterioskleroz) denir. Damar sertliğinde damar içine doğru biriken yağ ve kalsiyum tuzları plaklar oluşturur (Görsel 4.20). Bu plaklar damarın tıkanmasına ve kalbin zayıflamasına neden olur. Bu durum **damar tıkanıklığı** olarak adlandırılır. Damar tıkanıklığına bağlı olarak kalp krizi, beyin kanaması, yüksek tansiyon ve felç gibi hastalıklar ortaya çıkabilir.



Görsel 4.20: Damar iç çeperinde yağ birikimine bağlı damar tıkanıklığının oluşması

Yüksek tansiyon (Hipertansiyon): Kalbin kasılıp gevşemesi sırasında kanın atardamar duvarına yaptığı basınca **kan basıncı** ya da tansiyon denildiğini öğrenmiştiniz. Atardamarların daralması ya da sertleşmesi sonucu kanın damar duvarına yaptığı basıncın artması ile **yüksek tansiyon** oluşur. Kan basıncının 140/90 mmHg'dan fazla olması durumu yüksek tansiyonu ifade eder. Yüksek tansiyon kalp hastalıkları için önemli bir risk faktörüdür. Hipertansiyon belirti vermeden ortaya çıkabildiği gibi baş ağrısı, bulantı, kusma, burun kanaması, yorgunluk, endişe, bulanık görme, fazla idrara çıkma gibi belirtiler de gösterebilir.

Tedavi edilmediğinde yüksek tansiyonun vücuda verdiği zararların bazıları;

- Damar sertliği,
- Beyin kanaması ve felç,
- Böbrek hasarı,
- Görme kaybı,
- Kalp krizi ve kalp yetmezliğidir.

Yüksek tansiyondan korunmak için;

- Düzenli egzersiz yapılarak ve sağlıklı beslenerek ideal kilonun korunması gerekir.
- Tuz tüketimi azaltılmalıdır.
- Sigara, alkol gibi zararlı alışkanlıklardan, stresten uzak durulmalıdır.

Yüksek tansiyondan korunmak için yukarıdaki kurallara uyulduğu hâlde tansiyon normal değerlere inmiyorsa hekimin belirleyeceği ilaçların kullanılması ve düzenli kontrollerin yapılması gerekir.

Kangren: Dokuları besleyen atardamarlarda kan akışını azaltan ya da damarın tıkanmasına neden olan her şey kangrene yol açabilir. Şeker hastalığı ve yüksek tansiyon damar tıkanıklığına neden olabilen hastalıklardır.

Kangren, kollarda ve bacaklarda yaralanma ya da soğukta donma sonucu kan akışının kesilmesiyle de oluşabilir. Sigara, kalp ve damar sağlığı için son derece tehlikelidir. Sigaranın içinde bulunan nikotin, kanın damar içinde pıhtılaşmasına neden olur ve damarlar tıkanır. Tıkanan damar, ilgili organı besleyemez ve kangren oluşur. Bu da parmak veya bacağın kesilmesine neden olabilir (Görsel 4.21).



Görsel 4.21: Kangren oluşmuş el ve ayak parmakları

Varis: Yaşın ilerlemesi, hareket eksikliği, ayakta uzun süre kalma gibi nedenlerle toplardamarlar elastikiyetini kaybeder. Toplardamarlardaki tek yöne açılan kapakçıklar işlevini düzgün yapamaz hâle gelir. Kalbe doğru gitmesi gereken kan geriye doğru kaçma yapar ve toplardamarları dışa doğru zorlayarak bunların şişmesine neden olur. Genelde mavi renkli ve genişlemiş olan bu damarlara **varis** denir (Görsel 4.22).

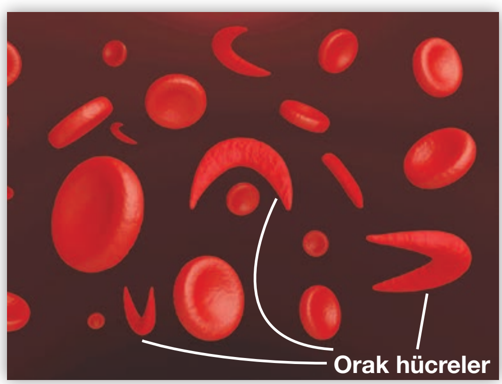


Görsel 4.22: Toplardamar çeperlerinin ve kapakçıklarının esnekliğini yitirmesi sonucu varis oluşur.

Anemi (Kansızlık): Kan miktarının ve kandaki alyuvar sayısının azalması anemi olarak tanımlanır. Aneminin başlıca nedenleri;

- Travma, cerrahi operasyonlar, sindirim kanalı veya idrar yollarındaki kanamalara bağlı kan kaybı,
- Orak hücre anemisi gibi kalıtsal etkenler (Görsel 4.23),
- Hormonlar ve bazı kronik hastalıklara bağlı yetersiz alyuvar üretimi veya alyuvar yıkımının fazla olması,
- Demir alınımı ya da emiliminin yetersizliği, folik asit ve B vitamininden yoksun beslenme tarzı sayılabilir.

Genel olarak anemi tedavilerinde beslenme değişikliği, vitamin ve mineral takviyesi, ilaçlar, kan nakli ve kök hücre nakli uygulanmaktadır.



Görsel 4.23: Orak hücreli anemide alyuvar yapısı

Lösemi (Kan kanseri): Genellikle kandaki akyuvar hücrelerinin kontrolsüz çoğalarak aşırı artması ile ortaya çıkan bir hastalıktır. Kanser hücrelerinin aşırı çoğalması kan pulcuklarının ve savunmada rol alan akyuvarların üretiminin azalmasına neden olur. Kanser hücreleri kan yoluyla karaciğer, lenf bezleri gibi yapılara hızla yayılabilir. Kişide hâlsizlik, güçsüzlük, bağışıklık sisteminin zayıflamasına bağlı olarak enfeksiyonlara yatkınlık, kilo kaybı, lenf bezlerinde şişkinlik, ateş ve solunum zorluğu gibi belirtiler gözlenebilir. Hastalığın erken teşhisinde tedavi şansı oldukça yüksektir.

11.1.4.4. Dolaşım Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması

Dolaşım sisteminin sağlıklı yapısının korunması tüm sistemlerin sağlığı için önemlidir. Bu nedenle dolaşım sistemi sağlığı için yapılması gerekenler aşağıda belirtilmiştir:

• Yeterli ve dengeli beslenilmeli, özellikle kızartmadan, tuzlu ve şekerli hamur işlerinden, hazır gıda türü yiyeceklerden uzak durulmalıdır (Görsel 4.24).

• Yağ, vücudumuz için gereklidir ancak fazla tüketilmesi damarların tıkanmasına ve sertleşmesine neden olmaktadır.

• Tuz, kan basıncını artırdığından özellikle yüksek tansiyonu olan kişilerin tuzlu besinlerden uzak durması gerekir.

• Baklagiller, özellikle kandaki kolesterol düzeyini dengelediğinden tüketilmeleri gereklidir.



Görsel 4.24: Kalp sağlığı için yeterli ve dengeli beslenme önemlidir.

• Aşırı yorgunluk ve stresten uzak durulmalıdır. Çünkü stres, kalp sağlığını olumsuz etkiler. Hayata pozitif bakmak, öz güvenli olmak stres hormonlarını azaltacağından kalp sağlığını olumlu etkiler.

• İki saatten fazla sürekli oturmamalı ve ayakta kalınmamalıdır. Uzun süre ayakta kalmak toplardamar kapakçıklarının bozulmasına ve varis oluşumuna neden olur.

• Yüzme, bisiklet kullanma ve yürüme gibi fiziksel aktiviteler yapılmalı, açık hava ve bol oksijenden yararlanılmalıdır (Görsel 4.25).

• Bol su içilmelidir. Çünkü metabolik atıkların, toksin maddelerin vücuttan uzaklaştırılması suyla olmaktadır.

• Çok sıcak suyla banyo yapılmamalıdır. Sıcak su, kan damarlarının genişlemesine neden olduğundan kalp atışını hızlandırır.

• Dar giysiler giyilmemeli, sıkı kemerler ve çorap lastikleri kullanılmamalıdır. Çünkü kan dolaşımı bozulacağından kalp çalışması olumsuz etkilenir.



Görsel 4.25: Doğa yürüyüşü, dolaşım sisteminin sağlığı için önemlidir.

• Sigara ve alkol kullanılmamalıdır. Alkol, damarların esnek yapısını bozarak genişlemesine neden olur. Sigarada bulunan nikotin ise damar tıkanıklığına ve kanın mikroorganizmalara karşı direncinin azalmasına yol açar.

• Ağız içinde oluşan enfeksiyonlar ve çürük dişler varsa tedavi edilmelidir. Bademcik iltihaplanmalarına (tonsilit) neden olan mikroorganizmalar kalp kapakçığı rahatsızlıklarına neden olabilmektedir.

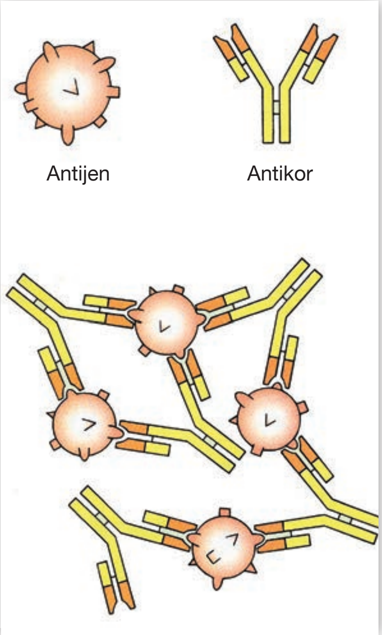
• Kan yoluyla bulaşan AIDS, frengi, hepatit gibi hastalıklardan korunmak için sterilizasyonun önemli olduğu bilinmelidir. Bir defa kullanılan enjektörler tercih edilmeli, kan nakillerinde kan testleri yapılmalıdır.

• Kalp rahatsızlığı, yüksek tansiyon, alerji, kanser gibi rahatsızlıkları olan kişilerin ve yaşlıların grip aşısı yaptırmaları önemlidir.

11.1.4.5. Bağışıklık Çeşitleri ve Vücudun Doğal Savunma Mekanizması

Canlılar, kendi vücutlarına yabancı olan maddelere karşı doğal korunma sistemlerine sahiptir. İnsanda patojen özelliğe sahip mikroorganizmalara, anormal hücrelere ve yabancı maddelere karşı korunma ve savunma yeteneğine **bağışıklık**; bağışıklığı oluşturan organların tümüne **bağışıklık sistemi** denir. Savunmayı sağlayan bağışıklık hücreleri akyuvarlar, makrofajlar ve plazma hücreleridir. Bağışıklık hücrelerini üreten organlar ise dalak, timüs bezi, karaciğer, kemik iliği ve lenf düğümleridir.

Vücuda girdiğinde antikor oluşumuna neden olan her türlü yabancı madde **antijen** olarak tanımlanır. Örneğin bakterilere, virüslere, mantarlara ait moleküller birer antijendir. Antijenlerin çoğu protein, nükleik asit ya da proteinlerle birleşmiş polisakkaritlerdir. Antijen, vücuda girdiğinde bağışıklık sistemi uyarılır ve özgül savunma proteinleri olan **antikor**lar üretilir. Bağışıklık sistemi hücreleri tarafından üretilen antikorlar, antijenlere özgüdür. Her antikor kendi yapısına uyan antijen ile birleşerek onu etkisiz hâle getirir. Buna **antijen-antikor tepkisi** denir (Görsel 4.26). Antijen-antikor tepkimelerinin özgüllüğü, türler arasındaki akrabalık derecelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır.

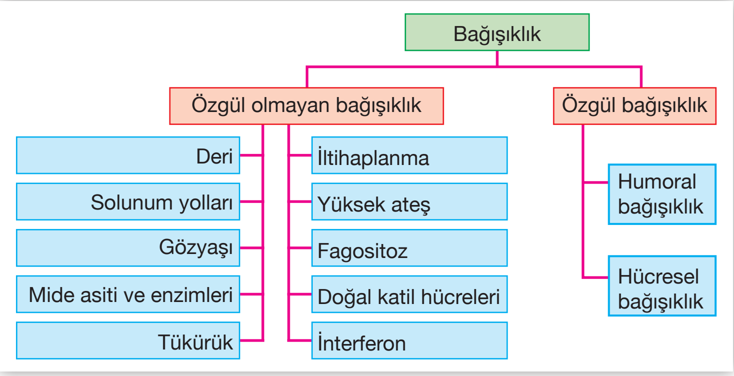


Görsel 4.26: Antijen-antikor tepkisi

Bu durum, doku nakillerinde de önemlidir. Doku nakillerinin başarılı olabilmesi için aktarılan dokudaki antijenlerin aktarıldıkları organizmadaki doku ile uyumlu olması gerekir. Vücuda uyumlu olmayan dokuların nakledilmesi durumunda bağışıklık sistemi tepki gösterir. Vücut, nakledilen dokudaki antijenlere karşı antikor oluşturur. Oluşan antikorlar antijenleri etkisiz hâle getirir ve doku nakli başarısız olur.

A. Bağışıklık Çeşitleri

Virüs, bakteri, mantar gibi hastalık yapabilen mikroorganizmaların vücuda girerek üremesine **enfeksiyon** denir. Enfeksiyon sonucunda mikroorganizmalar, bağışıklık sisteminin savunma mekanizmaları ile karşılaşır. Savunma mekanizmalarını oluşturan çeşitli savunma hatları bulunmaktadır. Bu savunma hatlarının ilk ikisi özgül değildir. Yani vücudumuza zarar verecek olan tüm etkenlere karşı ayırım gözetilmeden savunma yapılır. Savunmanın üçüncü hattında ise vücudumuza giren mikroorganizmalar tanınmakta ve bu mikroorganizmalara özgü savunma yapılmaktadır.



Görsel 4.27: Bağışıklık çeşitleri

Savunma mekanizmalarına göre bağışıklık, özgül olmayan bağışıklık ve özgül bağışıklık olarak iki grupta incelenir (Görsel 4.27).

1. Özgül olmayan bağışıklık: Kişinin doğal yapısı ile mikroorganizmaların vücuda girmesinin ve üremesinin önlenmesidir. Savunmanın ilk iki hattını oluşturur.

• **Savunmanın birinci hattı:** Bu hattı oluşturan koruyucu mekanizmada bulunan mide asiti, tükürük, ter, gözyaşı gibi salgılar mikroorganizmaları yok edici özelliktedir. Antijenlerin yapısına ve türüne bağlı olmadan yapılan bu savunmada hastalık etkenlerinin vücuda girişi ağız, burun, mide, deri ve gözdeki salgılarla engellenir.

Deri: Deride bulunan ter ve yağ bezlerinin salgıları pH'ı düşürerek mikroorganizmaların yerleşmesini ve üremesini önler.

Solunum yolu: Havadan solunum yoluyla alınan mikroorganizmalar, burun kılları ve soluk borusundaki hücrelerin oluşturduğu mukusla sarılarak dışarı atılır.

Gözyaşı: Gözyaşında bulunan lizozim enzimi, çevreden göze gelen mikroorganizmaları parçalar.

Mide asiti ve enzimler: Midedeki HCl ve enzimler, besinlerle vücuda giren mikroorganizmaları yok eder.

Tükürük: Gözyaşında olduğu gibi tükürükte bulunan lizozim enzimi, ağız yoluyla giren mikroorganizmaları öldürücü özelliktedir.

• **Savunmanın ikinci hattı:** Savunmanın birinci hattını geçen mikroorganizmalar, ikinci koruyucu mekanizma ile karşılaşır. Vücut sıcaklığının yükselmesi, fagositoz yapan hücreler, doğal katil hücreler, iltihaplanma (yangısal tepki) ve interferon adı verilen antimikrobiyal proteinler bu hatta etkilidir.

Vücut sıcaklığının yükselmesi: Herhangi bir dokunun mikroorganizmalarla enfekte olması durumunda vücut sıcaklığı yükselir. Vücut sıcaklığının yükselmesi hem mikroorganizmaların üremesini engeller hem de fagositozu kolaylaştırır. Aynı zamanda doku tamirini hızlandırır. Fakat vücut sıcaklığının çok yüksek olması enzimlerin yapısını bozar ve havale geçirmeye neden olabilir. Vücut savunmasında 38-39°C sıcaklık hücrelere zarar vermez ve savunmada önemlidir.

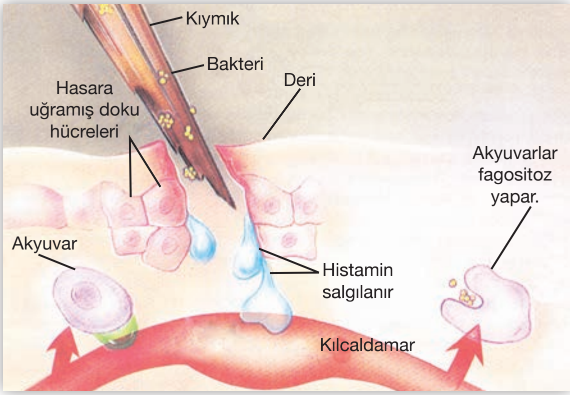
Fagositoz: Vücuda mikroorganizma girdiğinde salgılanan bazı kimyasal uyarıcılarla akyuvarlar bu bölgeye çekilir. Kan damarlarının duvarına yapışan akyuvarlar damardan geçerek mikroorganizmaların bulunduğu bölgeye doğru ilerler ve fagositozla mikroorganizmaları çevreleyerek yok eder.

Doğal katil hücreler: Fagositoz yapmayan bu hücreler salgıladıkları perforin adlı bir protein ile virüs bulaşmış ya da kanserleşmiş hücreleri parçalayarak yok eder. Ayrıca doğal katil hücreler, doku ve organ reddinden sorumlu olan başlıca hücrelerdir.

İnterferon: Doğal korunma yollarından biri de bazı hücrelerin interferon denilen antimikrobiyal proteinleri salgılamasıdır. Virüsle enfekte olmuş hücreler tarafından üretilen interferon, sağlıklı hücreleri

virüslerin çoğalmasını önleyen enzimleri üretmeleri için uyarır. Böylece grip, soğuk algınlığı gibi enfeksiyonlarda virüslerin hücreden hücreye yayılması önlenir. Ayrıca interferon, fagositoz yapan savunma hücrelerinin uyarılmasında da rol oynamaktadır.

İltihaplanma (Yangısal tepki): Zarar gören ya da mikroorganizmalarla enfekte olan dokularda ortaya çıkan bir durumdur (Görsel 4.28). Yaralanan dokuda bulunan hücreler tarafından salgılanan histamin proteini, kılcal damarların genişlemesini sağlar ve geçirgenliğini artırır. Yaralı dokuya kan akışının hızlanmasını ve kılcallardan doku sıvısına madde geçişinin artmasını sağlar. Bunun sonucunda kızartı ve ödem oluşur. Bazı akyuvarlar, pirojen adı verilen bir madde salgılayarak vücut sıcaklığının yükselmesine neden olur. Yaralanan dokuya geçen bazı akyuvarlar ise fagositozla mikroorganizmaları yok eder. Doku sıvısına geçen fibrinojen ve pıhtılaşmada rol oynayan diğer proteinler, pıhtı oluşturarak mikroorganizmaların sağlıklı dokulara yayılmasını engeller.

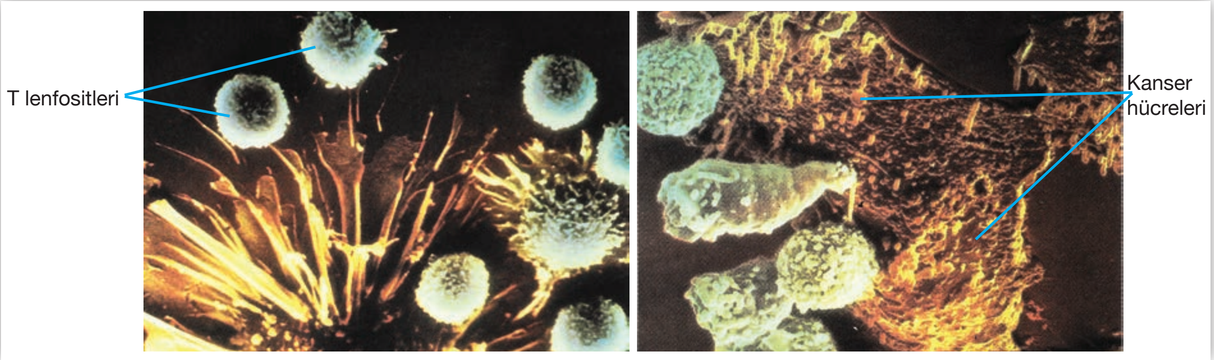


Görsel 4.28: Yaralanan dokunun tamiri

2. Özgül bağışıklık: Birinci ve ikinci savunma hattını aşan mikroorganizmalar, üçüncü savunma hattında **lenfosit** adı verilen bağışıklık sistemi hücreleri ile karşılaşır.

Özgül bağışıklık olarak tanımlanan bu savunmada kemik iliğinde oluşturulan ve antijenleri tanıma özelliğine sahip olan T ve B lenfositleri görev alır. T lenfositleri hücresel bağışıklıkta, B lenfositleri ise humoral bağışıklıkta etkilidir.

Hücresel bağışıklık: Antijenlerin T lenfositlerini aktive etmesiyle başlayan bağışıklıktır. Antijenlerin çoğu makrofajlar tarafından fagosite edilirken bir kısmı bazı proteinlere bağlanarak hücre yüzeyine taşınır ve T lenfositlerini aktive eder. Aktive olan T lenfositleri çoğalır, bir kısmı bellek hücrelerine dönüşür, bir kısmı ise antijen ile doğrudan birleşir. T lenfositleri, doğrudan temas ederek antijeni yok ettiği için bu bağışıklığa **hücresel bağışıklık** denir. Hücresel bağışıklıkta T lenfositleri bakteriler, mantarlar, parazitler, doku nakillerinde yabancı hücreler ve kanser hücreleriyle mücadelede etkinlik gösterir (Görsel 4.29).



Görsel 4.29: T lenfositlerinin kanser hücrelerini sarması

Humoral bağışıklık: B lenfositleri ile oluşturulan bağışıklık **humoral** (sıvısal) bağışıklık olarak adlandırılır. Bunun nedeni oluşturulan antikorların çözünebilme özelliğinde olması, dolayısıyla kan ve lenf sıvısı ile taşınabilmesidir.

Humoral bağışıklıkta, B lenfositleri antijenle temas ettiklerinde hızla bölünerek plazma hücrelerini oluşturur. Plazma hücreleri her antijene karşı özgül savunma proteinleri olan antikorları üretir. Üretilen antikorlar kan ve lenf sıvısıyla enfeksiyonlu bölgeye taşınarak antijenleri etkisiz hâle getirir.

Bazı B lenfositleri ise antijeni tanıyan bellek hücrelerine dönüşür ve uzun süre dolaşımda kalır. Antijen, ikinci kez vücuda girdiğinde ise hızla çoğalır ve onu etkisiz hâle getirir. Bu şekilde oluşan kalıcı bağışıklıkla bazı hastalıklara karşı ömür boyu korunma sağlanır. Kızamık, kabakulak gibi bazı çocukluk hastalıkları kalıcı bağışıklığa örnektir.

Sıra Sizde

Aşı olmanın önemi ve bazı aşıların zaman içerisinde değiştirilmesinin nedenleri hakkında Genel Ağ, dergi gibi yayınsal ve görsel kaynaklardan araştırma yapınız. Edindiğiniz bilgilerden yararlanarak sunum hazırlayınız ve sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

B. Bağışıklığın Kazanılması

Bağışıklık, doğal bağışıklık (kalıtsal bağışıklık) ve kazanılmış bağışıklık olmak üzere iki şekilde kazanılır.

1. Doğal bağışıklık: İnsanlar bazı hastalık etkenlerine karşı doğuştan dirençlidir ve bu direnç genlerle yeni nesillere aktarılır. Doğal bağışıklıkta savunmanın birinci ve ikinci hattında görev alan yapılar rol oynar. Böylece bazı hastalıklara karşı doğuştan korunma sağlanır. Doğal bağışıklık türe ve ırka özgü olarak değişir. Örneğin, siyahi insanlar sarı humma hastalığına yakalanmazlar. Uçuk virüsü tavşanda öldürücü olmasına karşın insanda genel olarak ağız kenarında içi su dolu kabartıları oluşturur (Görsel 4.30).



Görsel 4.30: Uçuk virüsünün ağız kenarlarında oluşturduğu yaralar

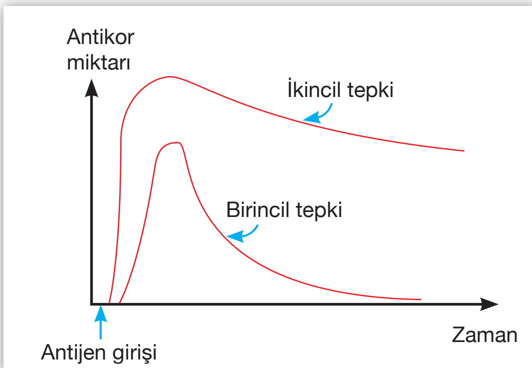
Tavuk kolerası, sığır vebası gibi virüslerin neden olduğu hastalıklara karşı insanlar doğal bağışıklığa sahiptir. Buna karşın insanlar için öldürücü olabilen kızamık, boğmaca, çocuk felci gibi hastalıklar da hayvanlarda görülmez.

2. Kazanılmış bağışıklık: Doğumdan sonraki dönemde hastalık etkenlerinin vücuda girmesi sonucu bağışıklık sisteminin uyarılması ve antikor üretilerek savunma oluşturulmasıdır. Dolayısıyla canlının doğumdan sonra bazı hastalıklara karşı sonradan edindiği bağışıklıktır. Kazanılmış bağışıklık aktif ve pasif bağışıklık olarak gruplanır.

a. Aktif bağışıklık: Hastalığın doğrudan geçirilmesiyle ya da aşılama ile kazanılan bağışıklıktır.

Hastalığın geçirilmesi: Hastalık anında bağışıklık sistemi antijeni tanır ve özgül savunma proteinleri olan antikorlar üretilir. Aynı hastalık etkeni ile tekrar karşılaşıldığında çok hızlı bir şekilde oluşturulan antikorlar, antijenleri etkisiz hâle getirerek kişinin hastalanmasını önler ya da hastalık çok hafif geçirilir.

Aşılama: Aşı, hastalık yapabilme yeteneği azaltılmış ya da yok edilmiş mikroorganizmaları ya da mikroorganizmaların toksinlerini içeren sıvıdır. Aşı, hastalanmadan önce korunma amaçlı uygulanır ve etkisi uzun sürelidir. Aşı ile bağışıklık sisteminin bellek hücreleri hastalık etkenini tanıyarak antijene özgü antikor üretir. Bu olay **birincil bağışıklık** olarak tanımlanır (Görsel 4.31).



Görsel 4.31: Mikroorganizmalara karşı vücutta oluşan birincil ve ikincil tepki

Aşılanan kişi, hastalık etkeni ile ikinci kez karşılaşırsa bellek hücreleri antikorların hızla üretilmesini sağlar (Görsel 4.32). Böylece hastalık çok hafif geçirilir ya da hiç görülmez. Bu olay da **ikincil bağışıklık** olarak bilinir. Kızamık, kabakulak, çocuk felci, hepatit gibi aşılar çocuklar için birincil bağışıklığı sağlamaya yönelik hazırlanmıştır. Ancak hastalık yapan mikroorganizmaların genetik yapılarının hızlı değişimi nedeniyle her bulaşıcı hastalık, aşılama ile önlenememektedir. Bu durum insan sağlığı için sürekli bir tehdit oluşturmaktadır. Örneğin, AIDS hastalığına neden olan HIV virüsü için antijenik değişkenliği nedeniyle etkin bir aşı geliştirilememiştir. Grip hastalığının da etkeni virüstür. Her sene toplumda gribe neden olan virüs çeşidi farklılık gösterebileceğinden bu hastalıkla ilgili üretilen aşılar zaman içerisinde değiştirilmektedir.



Görsel 4.32: Aşı, aktif bağışıklık sağlar.

Sıra Sizde

Türk bilim insanları ulusal ve uluslararası alanda yeni tip korona virüse (Covid-19) yönelik başarılı aşı çalışmaları yapmaktadırlar ve hâlen farklı aşı çalışmaları devam etmektedir. Siz de bu çalışmaları araştırınız ve sonuçlarını arkadaşlarınızla paylaşınız.

b. Pasif bağışıklık: Antikor içeren kan serumunun vücuda verilmesi pasif bağışıklıktır. Serum, antikor içeren fibrinojensiz kan plazmasıdır. Plazma içinde bulunan antikorlar hastalık etkenini ya da toksinlerini etkisiz hâle getirir. Serum, genel olarak mikroorganizmalara karşı bağışıklık gösteren at, sığır gibi hayvanlardan elde edilir ve hastalık anında tedavi amaçlı kullanılır. Bağışıklık sistemi uyarılmadığından etkisi kısa sürelidir. Anne sütü içinde bulunan antikorlar da bebeği geçici bir süre hastalıklara karşı koruduğundan pasif bağışıklık olarak kabul edilir.

C. Alerjilerde Bağışıklık Sisteminin Rolü

Alerji, çok sık görülen bağışıklık sistemi rahatsızlığı olarak kabul edilir. Bağışıklık sistemimizin antijenlere karşı vücudumuzu koruduğunu öğrendiniz. Bazı durumlarda ise bağışıklık sistemi normalde vücut için zararlı olmayan yabancı bir antijeni de tehlikeli olarak görebilir ve aşırı tepki verir. Alerji olarak tanımlanan bu durumun ortaya çıkışında genetik yatkınlık ve çevresel faktörler önemli rol oynar.

Alerjiye neden olan antijenler, **alerjen** olarak tanımlanır. Vücut bu alerjenlere karşı antikor üretir ve onu yok etmeye çalışır. Vücudun alerjenlere karşı verdiği tepkiler arasında ciltte kabarıklıklar, kaşıntı, egzema, astım, saman nezlesi, konjoktivit gibi durumlar sayılabilir (Görsel 4.33). Alerjenler solunum yolu, yiyecekler ve alerjenin deriden teması ile alınabilir. Alerjik tepkimelere yol açan maddeler kişiden kişiye değişebilir. Bunlar, penisilin ve sulfamid gibi bazı ilaçlar olabildiği gibi polen, bal, fındık, kivi, yumurta gibi besinler de olabilir. Alerjinin hangi maddeye karşı oluştuğunun belirlenebilmesi için deri testleri yapılır. Bazı alerjen maddelere karşı aşılar geliştirilmiştir.



Görsel 4.33: Alerjiye bağlı olarak gelişen ciltte kızarıklık ve kabartılar

Sıra Sizde

Bağışıklık sisteminin vücut dokularını antijen gibi algılaması ve bu dokulara karşı antikor üretmesi ile oluşan hastalıklar, **otoimmün** hastalıklar olarak adlandırılır. Çölyak hastalığı, insüline bağlı diyabet, multiple sklerozis (MS) ve eklem romatizması otoimmün hastalıklara örnektir. Bu hastalıklarla ilgili araştırma yapmak için sınıfınızda gruplar oluşturunuz. Grubunuzda görev paylaşımı yapınız. Görev paylaşımı yaparken adil olmaya özen gösteriniz. Edindiğiniz bilgileri sınıfta yapacağınız bir sunumla arkadaşlarınızla paylaşınız.

4. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Büyük ve küçük kan dolaşımında kanın izlediği yolu belirtiniz.

....

....

2. Kalp atış hızını artıran etmenler nelerdir?

....

....

3. Kılcal damarların vücudumuzda geniş bir yüzey oluşturmasının önemini açıklayınız.

....

....

4. Kılcal damarlarda kan akış hızının düşük olmasını ve bunun sağladığı yararı nasıl açıklarsınız?

....

....

5. Lenf sisteminin organizmaya sağladığı yararları açıklayınız.

....

....

6. Kulakçıklar kasıldığında kalpte hangi olaylar gerçekleşir?

....

....

7. Damar sertliğinin nedenlerini ve hangi olumsuzluklara yol açabileceğini açıklayınız.

....

....

8. Vücudun doğal korunma yolları nelerdir?

....

....

9. Bağışıklık nedir? Aktif bağışıklık nasıl sağlanır?

....

....

10. Alerji nedir? Alerjilerde bağışıklık sisteminin rolünü açıklayınız.

....

....

B. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

interferon	lenf	miyokart	diastol	vagus	yarım ay
pıhtılaşma	humoral	sistol	antikor	adrenalin	tiroksin

1. Kalp kasına .... denir.

2. Karıncıklardan çıkan atardamarlarda .... kapakçıkları bulunur.

3. Kalbin kasılmasına ...., gevşemesine .... denir.

4. Otonom sinir sistemine ait .... siniri kalp atış hızını yavaşlatır.

5. Kalp atışlarını .... ve .... hormonları hızlandırır.

6. Hücrelerin bir virüsle karşılaştıklarında oluşturdukları savunma proteinine .... denir.

7. B lenfositleri .... bağışıklıkta rol oynar.

8. Hücreler arası boşluklarda biriken fazla sıvı .... damarları ile kan dolaşımına taşınır.

9. Plazma hücreleri .... üreterek vücut savunmasında rol oynar.

10. Kan pulcukları .... olayında rol oynayan özel bir protein üretir.

C. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Kan ile vücut hücreleri arasındaki madde alışverişi, doku sıvısı aracılığı ile olur. (......)

2. Küçük kan dolaşımı kalbin sağ karıncığında başlar, sol kulakçıkta biter. (......)

3. Miyokart, kalbin sol karıncığında diğer bölmelerden daha kalındır. (......)

4. Kalp hücreleri, kulakçık ve karıncıkları dolduran kandan besin ve O_2 alır. (......)

5. Akyuvar hücrelerinin hızla çoğalması sonucu anemi oluşur. (......)

6. Özgül bağışıklıkta T ve B lenfositleri görevlidir. (......)

7. Aşı ve serum, pasif bağışıklık sağlar. (......)

8. Lenf kılcal damarları, lenf atardamarı ile bağlantılıdır. (......)

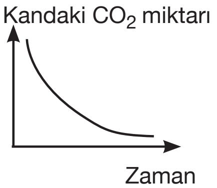
9. Bir canlıda antikor oluşumuna neden olan yabancı maddelere antijen denir. (......)

10. Kan pulcukları, kemik iliğindeki büyük hücrelerin parçalanması ile oluşur. (......)

Ç. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1.



Yukarıdaki grafikte kandaki CO_2 miktarının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.

Bu grafiğe göre kan, aşağıda belirtilen hangi damardan geçmektedir?

A) Doku kılcalı

B) Alt ana toplardamar

C) Karaciğer toplardamarı

D) Alveol kılcalı

E) Aort

2. I. Üst ana toplardamar

II. Akciğer toplardamarı

III. Akciğer atardamarı

IV. Karaciğer atardamarı

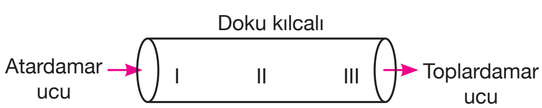
Yukarıda verilen damarların taşıdığı O_2 miktarı <u>azdan çoğa</u> doğru nasıl sıralanabilir?

A) II, IV, I ve III B) III, IV, II ve I

C) I, III, IV ve II D) III, I, II ve IV

E) III, I, IV ve II

3.



Yukarıda gösterilen doku kılcalının I, II ve III numaralı bölümlerindeki O_2 miktarı ile ilgili olarak aşağıda verilenlerden hangisi doğrudur?

A) I = III B) III < I C) I < III

D) III = II < I E) I = II = III

4. Kan, aşağıda verilen damarların hangisinden geçerken akış hızı <u>en düşük</u> değerdedir?

A) Akciğer atardamarı

B) Akciğer toplardamarı

C) Alt ve üst ana toplardamar

D) Karaciğer üstü toplardamarı

E) Akciğer kılcalları

5. Açlık durumunda aşağıda belirtilen damarlardan hangisinde kan glikoz değeri en yüksektir?

A) Karaciğer üstü toplardamarı

B) Karaciğer atardamarı

C) Böbrek atardamarı

D) Böbrek toplardamarı

E) Karaciğer kapı toplardamarı

6. Aşağıda verilen organların hangisinden çıkan damar, kalbin sol kulakçığına kan getirir?

A) Karaciğer

B) Böbrek

C) Akciğer

D) Beyin

E) Bacak ve bağırsaklar

7. I. Aşı olmak
II. Kızamık geçirmek
III. Serum almak

Yukarıda belirtilenlerden hangisi ya da hangileri pasif bağışıklık sağlar?

A) Yalnız I
B) Yalnız II
C) Yalnız III
D) I ve II
E) II ve III

8. **Kan serumunda aşağıdakilerden hangisi bulunmaz?**

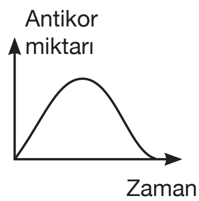
A) Glikoz
B) Vitamin
C) Antikor
D) Alyuvar
E) Mineral

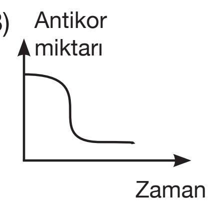
9. **Bir lenfositin antikor üretimi sırasında hücre içindeki hangi organelin işlevi yoktur?**

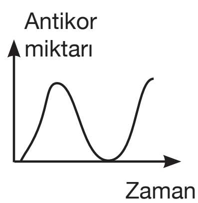
A) Mitokondri
B) Sentrozom
C) Çekirdek
D) Ribozom
E) Endoplazmik retikulum

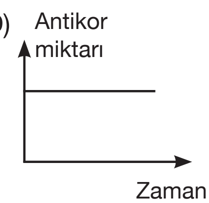
10. Grip olan kişi tedaviden sonra iyileşiyor. Fakat kısa süre sonra yeniden ateşleniyor.

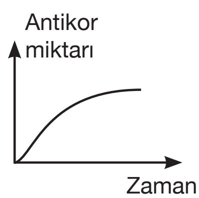
Bu kişinin kanındaki antikor değişimini aşağıdaki grafiklerden hangisi gösterir?

A)


B)


C)


D)


E)


11. **Bir hastalıkla ilgili olarak aşağıda belirtilen;**

I. Antibiyotik verilmesi
II. Serum verilmesi
III. Aşı yapılması
IV. Hastalığın önceden geçirilmesi

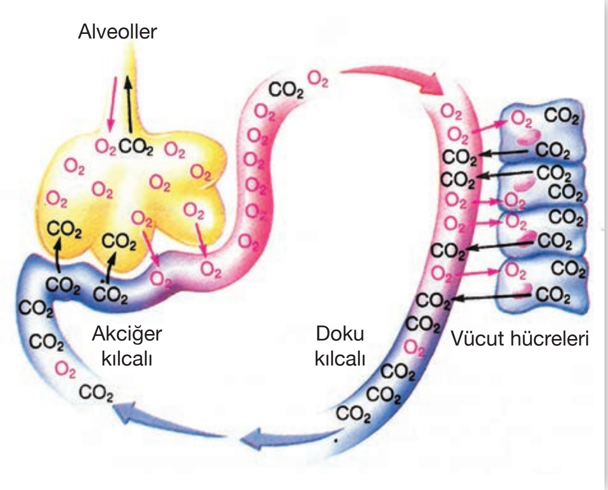
olaylarından hangileri, aynı hastalık etkeni tekrar vücuda girdiğinde daha kısa sürede antikor üretimine yol açar?

A) Yalnız III
B) I ve IV
C) I ve II
D) II ve III
E) III ve IV

5. BÖLÜM: Solunum Sistemi

Canlıların yaşamsal faaliyetlerini sürdürebilmeleri için gerekli olan enerji hücre solunumu ile üretilir.

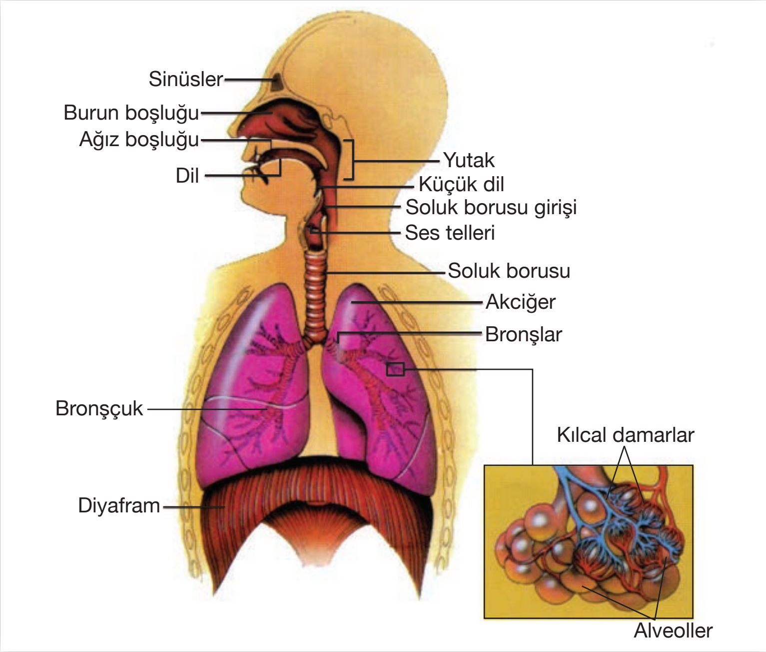
Gelişmiş yapılı organizmaların hücreleri ile dış çevre arasında doğrudan gaz alışverişi yapılamadığından bu görev için özelleşmiş yapılar bulunur. Bu organizmalarda hücre solunumu için gereksinim duyulan oksijen, solunum sistemi organları ile sağlanır. İnsanda solunum organları ile dış ortamdan alınan oksijen akciğer alveollerinden kana geçerek doku hücrelerine taşınır. Hücrelerde oluşan karbondioksit ise doku hücrelerinden kana geçerek akciğerlere taşınır ve soluk vermeyle vücut dışına atılır. Bu olaya **dış solunum** ya da **gaz alışverişi** denir (Görsel 5.1). Dış solunumu, hücre solunumu ile karıştırmamak gerekir. Dış solunumda solunum organları ile dış ortam arasında **gaz alışverişi** yapılırken hücre solunumunda besinlerin hücre içinde yıkımı ile enerji elde edilir.



Görsel 5.1: Vücut hücreleri ile kan damarları arasındaki gaz alışverişinin şematik gösterimi

11.1.5.1. Solunum Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

İnsanda solunum sistemini oluşturan yapılar; ağız, burun, yutak, gırtlak, soluk borusu ve akciğerlerdir (Görsel 5.2).



Görsel 5.2: Solunum sistemi organları

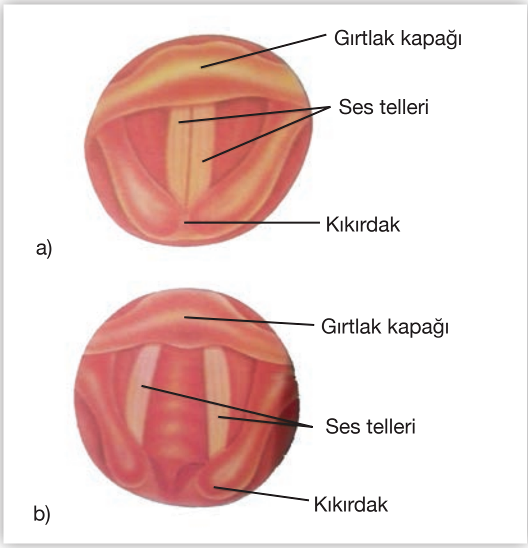
1. Ağız ve Burun: Solunum sisteminin dış ortam ile bağlantılı yapılarıdır. Burun havanın nemlenmesini, ısıtılmasını ve temizlenmesini sağladığından havanın burun yoluyla alınması sağlık açısından önemlidir. Burun içi, epitel dokudan oluşan ve mukus salgılayan mukoza tabakası ile kaplıdır. Mukus, solunan havayı nemlendirir ve burun kıllarıyla beraber havadaki toz parçalarının tutularak havanın temizlenmesini sağlar. Aynı zamanda mukoza tabakasının altında yer alan kılcal damarlar alınan havayı ısıtır.

Burun ile ağız boşluğunun arka bölümüne **geniz** denir. Burada yumuşak doku olan geniz etleri bulunur.

2. Yutak ve Gırtlak: Ağız ve burun yoluyla alınan hava yutağa oradan da gırtlağa geçer.

Yutak, ağız ve burun boşluğunun açıldığı kısımda yer alır. Soluk borusu ile yemek borusunun kesiştiği yerde, tüp şeklindeki yapıdır. Yutak, büzücü kaslarla çevrilmiştir. Yutak çevresinde lenf düğümleri olan bademcikler bulunur.

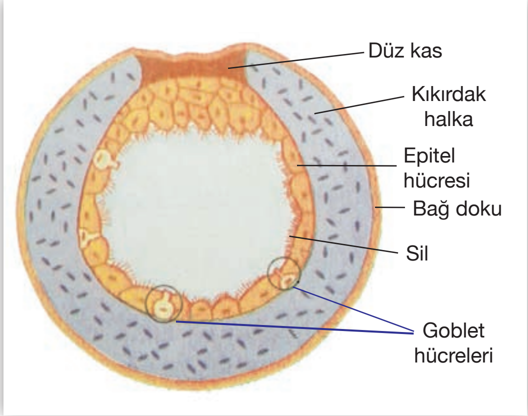
Gırtlak, kıkırdak yapıda olup dil kökü ile bağlantılıdır. Giriş bölümünde gırtlak kapağı (epiglottis) bulunur. Gırtlak kapağı yutkunma sırasında soluk borusunun önünü kapatarak besinin yemek borusuna geçmesini sağlar. Gırtlakta bulunan ses tellerinin akciğerlerden gelen hava ile çarpışmasıyla meydana gelen titreşimler sesi oluşturur (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: a) Ses oluşurken ses telleri birbirine yaklaşır. b) Dinlenme sırasında ses telleri birbirinden uzaklaşır.

3. Soluk Borusu: Gırtlakla bağlantılı olan kısımdır. 10-12 cm uzunluğunda, 2-2,5 cm çapında olan soluk borusunun yapısında "C" şeklinde kıkırdak halkalar bulunur. Kıkırdak halkalar, soluk borusunun daralmasını ve çökmesini önleyerek direnç kazandırır. Soluk borusunun kıkırdak içermeyen ve düz kaslardan oluşan arka yüzünde yemek borusu yer alır.

Soluk borusunun iç yüzeyi silli epitel hücreleri ile örtülüdür (Görsel 5.4). Siller, alınan havanın tersi yönünde dalgalanarak içeri giren tozu ve mikroorganizmaları tutar. Epitel hücreleri arasında bulunan goblet hücreleri, mukus üreterek iç yüzeyin daima nemli kalmasını sağlar. Soluk borusunun dış kısmı ise bağ dokudan oluşmuştur.



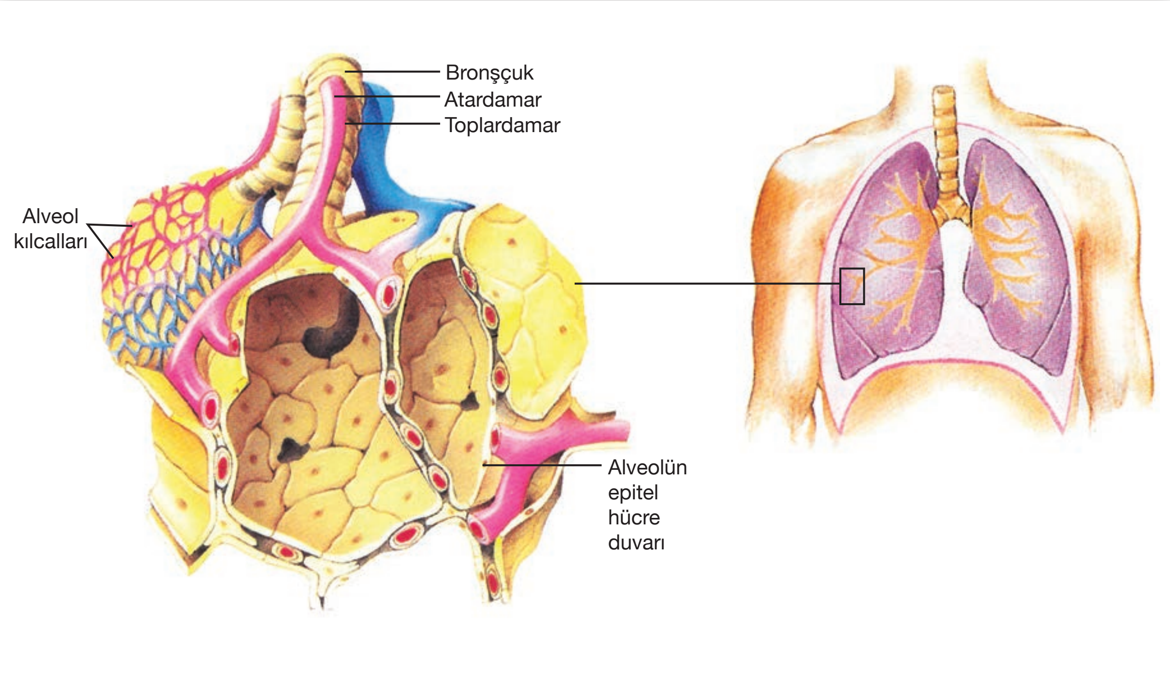
Görsel 5.4: Soluk borusunun yapısı

Soluk borusu, akciğerlere girerken **bronş** denilen iki kola ayrılır. Bronşlarda kıkırdak halkalar tamdır fakat daha küçüktür. Bronşlar akciğere girdikleri yerde pek çok kola ayrılarak ağaç görünümü oluşturur. Bu kolların her birine **bronşçuk** denir. Bronşçuklarda kıkırdak halkalar bulunmaz.

Bronşçukların uçlarında kılcal damarların çevrelediği **alveol** denilen hava keseleri bulunur.

4. Akciğerler: Göğüs boşluğunda bulunan akciğerler, sağ ve sol akciğer olmak üzere bir çifttir. Sağ akciğer 3 loplu, sol akciğer 2 lopludur. Sol akciğerin küçük olmasının nedeni yanında kalbin bulunmasıdır.

Akciğerler pembe renkli, esnek, sünger görünümlü organlardır. Yapılarında yaklaşık olarak 300 milyon alveol bulunur. Alveoller üzüm salkımı biçimindedir ve akciğerlerin içinde geniş bir solunum yüzeyi oluşturur (Görsel 5.5).



Görsel 5.5: Alveollerin boyuna kesitinin şematik gösterimi

Her bir alveol tek katlı yassı epitel dokudan oluşmuştur. Alveollerin etrafı bir file gibi kılcal damar ağı ile sarılıdır. Gaz değişimi, alveollerdeki hava ile onları çevreleyen kılcal damarlar arasında difüzyonla gerçekleşir.

Akciğerlerin etrafında **plevra** denilen çift katlı zar bulunur. İç zar, akciğer dokusuna tamamen yapışıktır. Dış zar ise göğüs kafesinin ve altta diyaframın üst yüzüne yapışmıştır. İki zar arasındaki boşluğa **plevra boşluğu** denir ve içi lenf sıvısı ile doludur. Bu sıvı, akciğerlerin nemli kalmasını ve soluk alıp verme sırasında rahat hareket etmesini sağlar.

Bronşların, kan damarlarının ve sinirlerin akciğerlere girdiği yerlerde plevra zarı bulunmaz. Akciğerler, iç hava basıncı nedeniyle gergin konumdadır. Göğüste bir yaralanma sonucu plevra boşluğuna hava girerse akciğerler söner.

Mikroorganizmaların kan yolu ile plevra boşluğuna girmesi sonucu plevra zarı iltihaplanabilir.

Etkinlik: **Memelilerde akciğerin incelenmesi**



Amaç
Memelilerde akciğerin yapısını kavramak

Araç Gereçler
Koyun akciğeri, diseksiyon küveti, plastik eldiven, büyüteç, mikroskop, bisturi.

Ön Hazırlık
Sınıfta çalışma grupları oluşturunuz. Kasaptan koyun akciğeri alarak sınıfa getiriniz. Soluk borusunun kesilmemiş olmasına dikkat ediniz.

Etkinliğin Yapılışı
Eldivenlerinizi giyerek diseksiyon küvetine koyduğunuz koyun akciğerinin dış yapısını inceleyiniz.
Bisturi yardımıyla koyun akciğerinin dış kısmındaki zarı çıkarınız.
Soluk borusunu bronşlara kadar kesiniz.
Kestiğiniz kısımların yapılarını gözlemleyerek büyüteçle inceleyiniz.

Değerlendirme Soruları
1. Akciğeri dıştan saran zarın soluk alıp vermede hangi görevi üstlendiğini düşünüyorsunuz?
2. Soluk borusu ile bronşların yapısında fark gözlemlediniz mi?
3. Sağ ve sol akciğerin dış görünüşünde hangi farklılıkları gözlemlediniz?

Ne Öğrendik

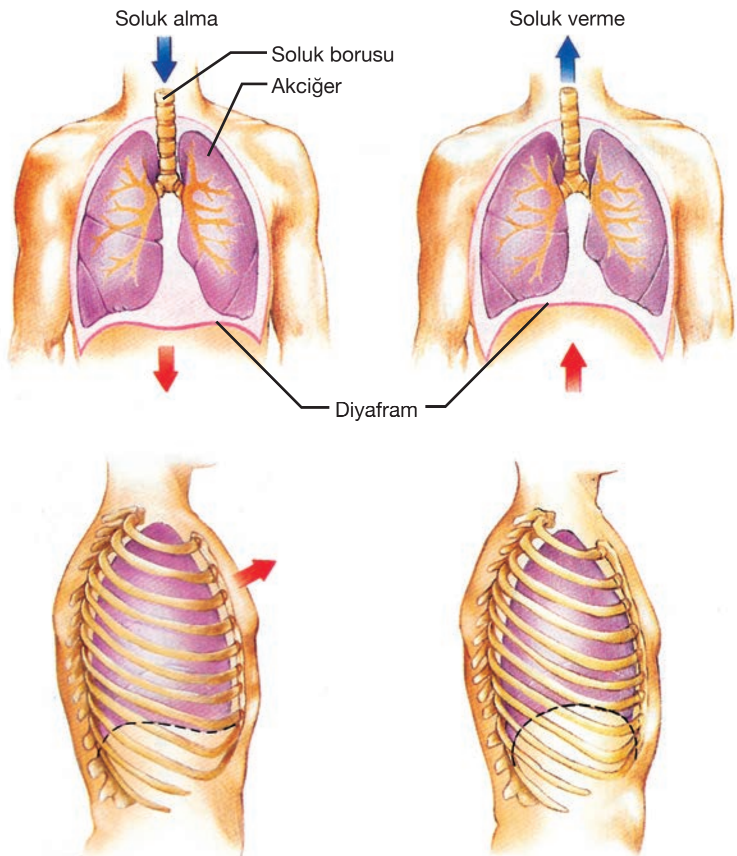
Solunum sistemini oluşturan yapı ve organları karşılarında belirtilen uygun tanımla eşleştiriniz.

1.	Soluk borusu	
2.	Alveol	
3.	Bronş	
4.	Bronşçuk	
5.	Plevra	
6.	Burun	
7.	Gırtlak kapağı	
8.	Yutak	

a.	Akciğerleri çevreleyen çift katlı zar
b.	Tek katlı yassı epitelden oluşan hava kesecikleri
c.	Soluk borusunun iki kola ayrılarak oluşturduğu yapı
ç.	Akciğerlerin içindeki ince borucuklar
d.	Solunum sistemi ile dış çevreyi bağlayan yapı
e.	İç kısmı silli epitel ile çevrili, gırtlaktan sonraki kısım
f.	Besinlerin soluk borusuna kaçmasını engelleyen yapı
g.	Ağız ve burun boşluğunun açıldığı kısım

Soluk Alıp Verme Mekanizması

Soluk alıp verme, kaburgalar arası kasların ve diyafram kasının kasılıp gevşemesiyle gerçekleşir (Görsel 5.6). Bu olay sırasında oksijen difüzyonla onları saran kılcal damarlara geçerken karbondioksit kılcal damarlardan alveollere geçer. Soluk verme olayında akciğerlerin geri yaylanma basıncı da etkilidir. Geri yaylanma basıncı akciğerlerin yapısındaki elastik liflerle ve plevra sıvısının oluşturduğu yüzey gerilimiyle sağlanır. Soluk alma kasların kasılmasıyla gerçekleşir ve enerji harcanır. Soluk verme sırasında kaslar gevşer. Soluk verme soluk almaya göre pasif bir olaydır. Ancak kaslar hem kasılırken hem gevşerken enerji harcadığından soluk verme olayında da soluk alma kadar olmasa da enerji harcanır.



Soluk alma;

- Diyafram kası kasılır ve diyafram düzleşir.
- Kaburgalar arası kaslar kasılır. Kaburgaların uçları öne ve yukarı doğru hareket eder.
- Göğüs kafesi genişler. Akciğerlerin hacmi artar ve iç basınç azalır.
- Akciğerler hava ile dolar ve soluk alma gerçekleşir.

Soluk verme;

- Diyafram kası gevşer ve diyafram kubbeleşir.
- Kaburgalar arası kaslar gevşer. Kaburga uçları aşağıya ve arkaya doğru hareket eder.
- Göğüs kafesi daralır. Akciğerlerin hacmi azalır ve iç basınç artar.
- Akciğerlerdeki hava atmosfere verilir ve soluk verme gerçekleşir.

Görsel 5.6: Soluk alıp verme mekanizması

Solunum hareketlerini omurilik soğanı kontrol eder. Kandaki karbondioksit miktarının artması, kanın asitlik değerini artırır ve pH düşer. Bu durumda omurilik soğanı uyarılır. Uyarılan omurilik soğanı otonom sinirlerle diyaframı ve kaburgalar arası kasları uyarır. Böylece soluk alıp verme hızlanır ve kan pH'ı belli sınırlar içinde tutulur.

Etkinlik: İnsanda Soluk Alıp Verme

Amaç

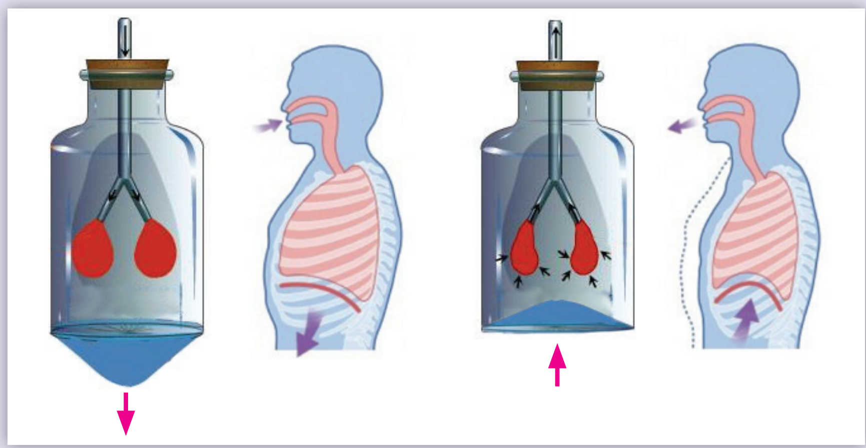
İnsanda soluk alıp verme mekanizmasını kavrayabilme

Araç Gereçler

Çift tarafı açık fanus, iki küçük ve bir büyük balon, makas, Y şeklinde tüp, tek delikli lastik tıpa, paket lastikleri.

Etkinliğin Yapılışı

Etkinliğinizi öğretmeninizin denetiminde arkadaşlarınızla iş birliği içinde gerçekleştiriniz. Bu çalışmanızda; fanusun dar olan üst kısmını tek delikli lastik tıpa ile kapatınız. Y tüpünün bir ucunu lastik tıpadan geçirerek serbest olan iki ucuna küçük balonları takınız. Paket lastiği ile sıkıca bağlayınız ve fanusa yerleştiriniz. Büyük balonun ağız kısmını makasla kesiniz. Kesik kısmını fanusa geçiriniz. Büyük balonu aşağı doğru çekerken küçük balonlardaki değişimi gözleyiniz. Büyük balonu fanusun içine doğru iterken küçük balonlardaki değişimi gözleyiniz.



Değerlendirme Soruları

1. Balonlar soluk alıp vermede görev alan hangi yapılara örnektir?

2. İç ve dış basıncın değişmesi soluk alıp vermeyi nasıl etkiler?

3. Küçük balonlardaki değişimi nasıl açıklarsınız?

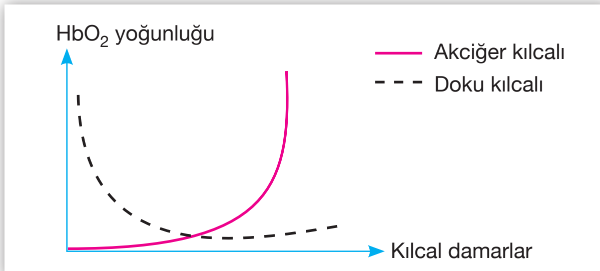
Sıra Sizde

Akciğerler ve soluk alıp verme mekanizmasının daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

11.1.5.2. Alveollerden Dokulara ve Dokulardan Alveollere Gaz Taşınması

Canlılarda oksijen ve karbondioksitin taşınması kanda bulunan taşıma pigmentleri ile gerçekleşir. Canlı çeşitlerine göre farklılık gösteren bu pigmentler, omurgalıların alyuvar hücrelerinde bulunur. Alyuvarlarda bulunan solunum pigmenti hemoglobindir. Hemoglobin, solunum gazlarıyla kolaylıkla birleşip ayrılabilir. Kana özel rengini veren bu bileşiktir. O_2 miktarının azaldığı ortamlarda hemoglobin üretimi hızlanır. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça hemoglobin ve alyuvar miktarı artar. Hemoglobin Fe^{+2} içeren solunum pigmenti olduğundan Fe^{+2} eksikliğinde hemoglobin yetersizliğine bağlı kansızlık olur. Bu durum dokulara taşınan O_2 miktarını düşürür.

a. Oksijenin kanla taşınması: İnsanda vücuda alınan oksijenin %98'i dokulara hemoglobin proteini ile, %2'si kan plazmasında çözünmüş olarak taşınır. Alveollerdeki oksijen akciğer kılcallarına oradan da kan plazmasına geçer. Kan plazmasından alyuvarlara giren oksijen, hemoglobinle birleşerek oksihemoglobin bileşiğini oluşturur. Oksijenin büyük bir kısmı dokulara oksihemoglobin hâlinde taşınır (Görsel 5.7).



Görsel 5.7: Akciğer ve doku kılcalında HbO_2 yoğunluğu

$$\text{Hemoglobin (Hb)} + O_2 \underset{\text{Doku kılcalı}}{\overset{\text{Akciğer kılcalı}}{\rightleftharpoons}} \text{Oksihemoglobin } (HbO_2)$$

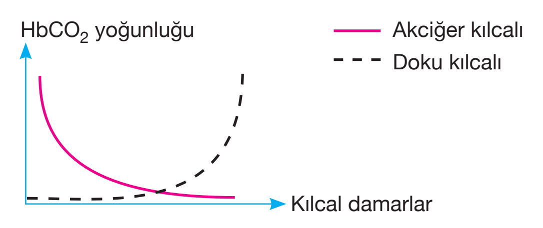
Dokular sürekli oksijen tükettiği için oksijenin doku kılcallarındaki miktarı akciğer kılcallarının 1/3'ü kadardır. Dokularda karbondioksit fazladır ve karbonik asitin artışına neden olur. Bu da hemoglobinin oksijen bağlama kapasitesini düşürür. Alveol kılcalından doku kılcalına geçen oksihemoglobin, artan karbondioksitin düşürdüğü kan pH'ı nedeniyle yapısındaki oksijeni kolayca bırakır. Bu olaya **bohr etkisi** denir. Bohr etkisiyle oksihemoglobin, oksijeni az olan dokularda Hb ve O_2 moleküllerine ayrılır. Oksijen molekülü difüzyonla doku hücrelerine girerken hücrelerdeki karbondioksit kana geçer. Oksijenini kaybeden kanın rengi koyulaşır.

Bilelim

Toplardamarlardan alınan oksijence fakir kan, bir tüp içinde açık havada bekletilirse havadaki oksijen kan sıvısı içinde çözünerek hemoglobin ile birleşir ve kanın rengi parlak kırmızıya dönüşür. Eğer oksijen, hemoglobin bakımından zengin alyuvarlarla değil de yalnız kan plazmasında taşınsaydı hücrelerin oksijen gereksinimini karşılamak için 284 litre kan plazması gerekecekti. Bu da insan vücut ağırlığının yaklaşık dört katı demektir.

Solunan havada karbonmonoksit varsa hemoglobin, karbonmonoksite oksijenden çok daha hızlı bağlanır. Fakat oksijen gibi kolayca ayrılamaz. Bu durumda doku ve hücrelere taşınan oksijen miktarı azalır. Buna **karbonmonoksit zehirlenmesi** denir.

b. Karbondioksitin kanla taşınması: Hücre solunumu sonucu oluşan karbondioksit, hücreler arası boşluklara oradan da doku kılcallarına geçer. Karbondioksitin çok azı (%5-7) kan plazmasında çözünerek taşınır. Büyük bir kısmı ise alyuvarlara girer. Alyuvarlara giren karbondioksitin bir kısmı (%15-20) hemoglobin ile birleşir ve karbomino hemoglobin oluşur (Görsel 5.8).



Görsel 5.8: Akciğer ve doku kılcalında $HbCO_2$ yoğunluğu

$$Hb + CO_2 \underset{\text{Akciğer kılcalı}}{\overset{\text{Doku kılcalı}}{\rightleftharpoons}} HbCO_2 \text{ (Karbomino hemoglobin)}$$

Hemoglobin O_2 ile yaptığı gibi CO_2 ile de çok zayıf kimyasal bağlarla birleşir. Hemoglobin, CO_2 ve O_2'e farklı bölgelerinden bağlandığı için aynı anda ikisi ile de birleşebilir. Karbomino hemoglobin hâlinde taşınan CO_2, oksijen yoğunluğunun yüksek olduğu, CO_2 yoğunluğunun düşük olduğu akciğer kılcallarında kolayca hemoglobinden ayrılır ve soluk verme ile dışarı atılır.

Alyuvarlardaki karbondioksitin büyük bir kısmı (%73-80) ise su ile birleşerek karbonik asiti (H_2CO_3) oluşturur. Bu tepkimede karbonik anhidraz enzimi görev alır.

Alyuvarlarda gerçekleşen bu tepkimeden sonra karbonik asit, hidrojen (H^+) ve bikarbonat (HCO_3^-) iyonlarına ayrışır. Hidrojen iyonları alyuvarlardaki hemoglobin tarafından tutulurken bikarbonat iyonları alyuvarlardan difüzyonla kan plazmasına geçer.

$$CO_2 + H_2O \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} H_2CO_3 \text{ (Karbonik asit)} \longrightarrow H^+ + HCO_3^-$$

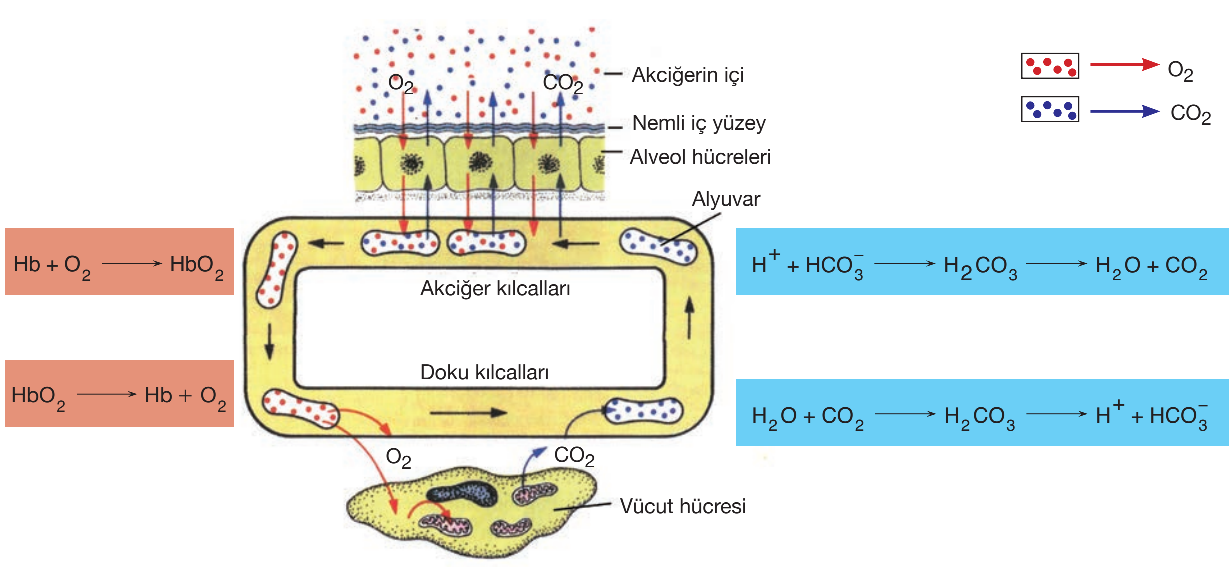
Doku kılcalında

Karbondioksitin çoğu bikarbonat iyonları hâlinde akciğer kılcallarına taşınır. Akciğer kılcallarına gelindiğinde bikarbonat iyonları kan plazmasından tekrar alyuvarlara girer. Oksijenin yoğun olduğu alveollerde hemoglobin, bağladığı hidrojen iyonunu bırakır. Hemoglobinden ayrılan hidrojen iyonları, bikarbonat iyonları ile birleşerek karbonik asiti oluşturur. Karbonik asit yine karbonik anhidraz enziminin etkisiyle su ve karbondioksite ayrılır. Karbondioksit önce kan plazmasına oradan da difüzyonla akciğer alveollerine geçer ve soluk verme ile dışarı atılır.

$$H^+ + HCO_3^- \longrightarrow H_2CO_3 \xrightarrow{\text{Karbonik anhidraz}} CO_2 + H_2O$$

Akciğer kılcalında

Kanda O_2 ve CO_2'in taşınması Görsel 5.9'da şematik olarak gösterilmiştir.



Görsel 5.9: Kanda oksijen (oksihemoglobin hâlinde) ve karbondioksitin (bikarbonat iyonu hâlinde) taşınması

Etkinlik: İnsan Nefesinde Karbondioksitin Gözlenmesi

Amaç

İnsan nefesindeki karbondioksitin varlığını gözlemleme

Araç Gereçler

Fenol kırmızısı çözeltisi (Asit-baz ayıracıdır. Ortamın asitliği arttıkça rengi sarıya döner.), %0,3'lük HCl çözeltisi, karbondioksitli su, deney tüpleri, kireç suyu, tüplük, kamış.

Ön Hazırlık: Her çalışma grubuna, içinde 6 tüp bulunan tüplükleri veriniz. Karbondioksitli su olarak soda ya da sade gazoz getiriniz.

Etkinliğin Yapılışı

1. deney tüpüne 4-5 damla fenol kırmızısı çözeltisi koyunuz ve üzerine bir damla hidroklorik asit çözeltisinden ilave ediniz. Fenolün renginde bir değişiklik olmadıysa asit damlatmaya devam ediniz.

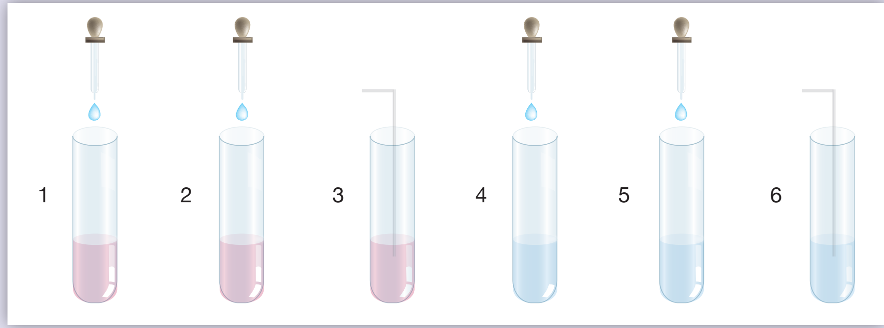
2. deney tüpüne 4-5 damla fenol kırmızısı çözeltisi koyunuz. Üzerine karbondioksitli sudan renk değişimini gözlemleyene kadar damla damla ilave ediniz.

3. deney tüpüne 4-5 damla fenol kırmızısı çözeltisi koyunuz. Soluduğunuz havayı bir kamış yardımıyla fenol kırmızısı çözeltisinde kabarcıklar yapacak şekilde yavaş yavaş üfleyiniz. Meydana gelen değişimi yazınız.

4. deney tüpüne 2 cm yükseklikte kireç suyu koyunuz. Üzerine damla damla hidroklorik asit çözeltisinden ilave ediniz. Gözlemlerinizi yazınız.

5. deney tüpüne 2 cm yükseklikte kireç suyu koyunuz. Üzerine karbondioksitli sudan 5-6 damla ilave ediniz. Gözlemlerinizi yazınız.

6. deney tüpüne kireç suyu koyunuz. Kamış ile suya üfleyiniz. Gözlemlerinizi yazınız.



Değerlendirme Soruları

1. Asitle fenol kırmızısı çözeltisinin karışımı nasıl bir reaksiyon oluşturdu?

2. Nefesinizde asit özelliği gösteren bir madde var mı? Varsa bu madde nedir?

3. Kireç suyu asit ile karışınca görülebilen bir reaksiyon verdi mi? Açıklayınız.

4. Nefesinizde CO_2 bulunduğunu söyleyebilir misiniz? Neden?

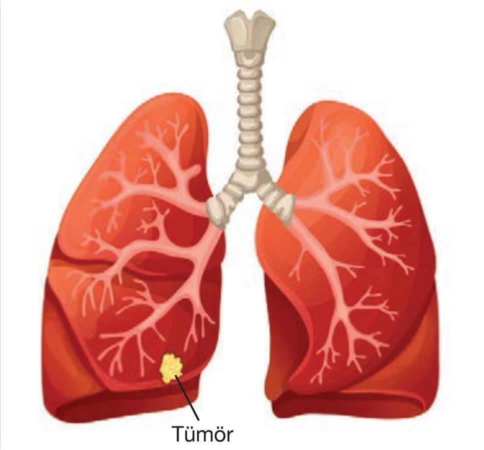
11.1.5.3. Solunum Sistemi Hastalıkları

Sigara içilmesi, solunan hava içinde egzos gazlarının, kömür tozlarının ve diğer zehirli gazların bulunması solunum organlarının zarar görmesine, iltihaplanmasına, esnek yapısının bozulmasına neden olur. Bütün bunlar zatürre (pnömoni), verem (tüberküloz), gırtlak kanseri, astım, bronşit ve KOAH gibi solunum yolu hastalıklarını oluşturur.

Zatürre: Akciğerler dokusunun iltihaplanması olarak tanımlanan hastalıktır. Zatürreye neden olan etkenler arasında bakteriler, virüsler, parazitler, akciğere kaçan yabancı maddeler sayılabilir. Genel olarak üşütme (soğuk), sık tekrar eden üst solunum yolu enfeksiyonları ve beslenme bozuklukları zatürre riskini artırmaktadır. Zatürre çocuk ve yaşlılarda daha çok görülür. Belirtileri genellikle ateş, öksürük, solunum güçlüğü, burun kanatlarının solunuma katılması, kaburgalar arasında çekilme, bebeklerde emme güçlüğü, huzursuzluk ve sürekli ağlamadır. Zatürreden korunmak için vücut direncinin artırılması, yeterli ve dengeli beslenilmesi, aşıların yapılması, üst solunum yolu enfeksiyonlarının zamanında tedavi edilmesi, kapalı ve kalabalık ortamların sık sık havalandırılması gerekir.

Verem: Son günlerde artış görülen verem hastalığına *Mycobacterium tuberculosis* (Mikobakteriyum tuberkulosis) türü bakteri neden olmaktadır. Bu bakteri başta akciğer olmak üzere farklı organlara yerleşerek hastalık oluşturabilir. Hastalanan organlarda ağır bir iltihap ve erime görülür. Organların çalışması bozulur. Erken ve uygun tedavi yöntemiyle hastalık iyileştirilir. Verem bakterisi hasta kişilerin öksürmesi, hapşurması ile havaya yayılarak solunum yoluyla sağlıklı insanlar tarafından alınabilir. Ancak hastalığın bulaşması için hasta kişiyle belirli bir süre aynı ortamda yaşanması gerekir. Daha çok aile bireyleri ve çalışma arkadaşları risk grubundadır. Veremden en etkin korunma yolu BCG aşısının yapılmasıdır. Ülkemizde doğumdan sonraki üçüncü ayda BCG aşısı yapılmaktadır.

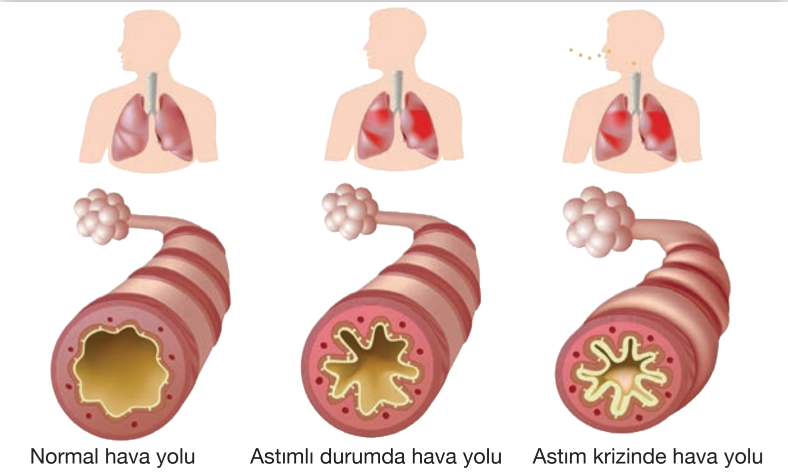
Akciğer ve gırtlak kanseri: Dünya genelinde en fazla ölüme neden olan kanser türleridir. Hücrelerin kontrolsüz çoğalmasıyla oluşur. Sigara içilmesi, tozlu ve kimyasal madde içeren havanın solunması solunum sistemi ile ilgili yapıların zarar görmesine ve kanser hücresinin oluşmasına neden olmaktadır. Gırtlak ve akciğerler zarar gören organların başında gelmektedir. Bu nedenle sigara içenlerde akciğer ve gırtlak kanserine daha çok rastlanır (Görsel 5.10). Genel olarak yayılıncaya kadar fazla bir belirti oluşturmadığından erken evrede farkedilmesi güçleşmektedir. Geçmeyen ve giderek kötüleşen öksürük, iştah kaybı ve zayıflama, ses kısıklığı, yutma güçlüğü, nefes darlığı hastalığın en önemli belirtileridir.



Görsel 5.10: Tümörün geliştiği akciğer

Astım: Astım hastalığının ortaya çıkmasında genetik yatkınlık ve çevresel faktörler önemli rol oynamaktadır.

Ailede astım hastalığının görülmesi, kirli havanın solunması, küçük yaşlarda ağır solunum yolu hastalıklarının geçirilmesi, ebeveynlerin sigara kullanması gibi etkenler astım hastalığına neden olabilir. Solunum yollarının uzun süreli iltihaplanması sonucu oluşan astım hastalığı, solunum yollarının daralmasına ve duyarlılığının artmasına yol açar (Görsel 5.11). Hücrelerin ürettiği mukus oranı artarak soluk alıp vermeyi zorlaştırır. Bazı kişilerde çiçek ve ev tozları alerjik astıma neden olabilmektedir. Bu kişiler solunum zorluğu nedeniyle solunum spreyi kullanır.



Görsel 5.11: Astım oluşumunun şematik gösterimi

KOAH: "Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı" kısaca KOAH olarak adlandırılır. KOAH'nın en önemli nedeni sigara bağımlılığıdır. Sigara içme alışkanlığı yaygın olan ülkelerde KOAH önemli bir sağlık sorunudur. Uzun süre sigara kullanımı bronşların ve alveollerin yapısını bozar. Bronşların uzun süreli iltihaplanması **kronik bronşit**e neden olur. Bu hastalığa bağlı olarak zamanla alveollerin esnekliğini yitirmesi ve yırtılması sonucu **amfizem** oluşur. Bu iki hastalık, akciğerlerin yapısını bozarak **KOAH**'nın

gelişmesine neden olur. KOAH hastalığı kana oksijen girişini azaltır, hastalar nefes almakta zorluk yaşar ve solunum aygıtına bağlanır (Görsel 5.12).



a) b)

Görsel 5.12: a) Kronik bronşit ve amfizem KOAH'nın ilerlemesine neden olur.
b) Nefes almakta zorlanan hasta, solunum aygıtına bağlanır.

11.1.5.4. Solunum Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması

Solunum sisteminin sağlığı, diğer sistemlerin sağlığını da etkiler. Solunum sistemi sağlığının korunması için dikkat edilmesi gereken etkenler aşağıda belirtilmiştir:

- Açık ve temiz hava, bol oksijen sağladığından park ve orman gibi alanlarda düzenli spor yapılmalıdır. Spor, kan dolaşımını hızlandırarak hücrelere daha fazla besin ve oksijenin taşınmasını sağlar. Hücrelerde enerji üretiminin artması, yapım tepkimelerini hızlandırır.
- Yeterli ve dengeli beslenilmelidir. Yeterli ve dengeli beslenmek, bağışıklık sisteminin güçlenmesini ve solunum sistemi hastalıklarına karşı vücut direncinin artmasını sağlar.
- Kapalı ortamda uzun süre kalmamak, sigara içmemek ve içilen ortamda bulunmamak gerekir. Sigara içilmesi, tozlu ve kirli havanın solunması solunum sistemi ile ilgili yapıların zarar görmesine neden olur. Sigara dumanı, karbonmonoksit içerdiğinden kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır. Ayrıca sigaradaki katran soluk borusundaki titrek tüyleri birbirine yapıştırarak görev yapmasını önler. Bu durum mikroorganizmaların kolaylıkla solunum yolu organlarına ulaşmasına neden olur.
- Kimyasal gazların solunmasına neden olan ortamlarda çalışan insanlar, koruyucu önlem olarak maske takmalıdır.
- Solunum yolu hastalıkları zamanında tedavi edilmelidir.
- Mevsime uygun giyinilmelidir.
- Aşırı soğuk ve sıcak gıdalar tüketilmemelidir.
- Solunum yolu hastalıklarından korunmak için gerekli aşıların yapılması önemlidir.

Sıra Sizde

Ülkemizde yaygın olarak görülen ve toplumsal bir sorun oluşturan mesleki solunum sistemi hastalıklarından korunmak için iş sağlığı ve güvenliği konusunda alınabilecek önlemler hakkında araştırma yaparak çözüm önerileri oluşturunuz. Edindiğiniz bilgilerle sunum hazırlayarak sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

5. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Hücre solunumu ile dış solunum arasındaki fark nedir?

....

....

2. Alveollerde gaz değişimi nasıl gerçekleşir?

....

....

3. Solunum sistemi ile dolaşım sistemi arasında nasıl bir ilişki vardır?

....

....

4. Solunum yüzeylerinin genişliğiyle canlıların gelişme düzeyi arasında nasıl bir ilişki kurulabilir?

....

....

5. Hangi damarda oksihemoglobin miktarı en fazladır?

....

....

6. Solunum sistemi sağlığının korunmasında nelere dikkat edilmelidir?

....

....

7. Hava kirliliğinin solunum sistemi üzerindeki etkilerini açıklayınız.

....

....

8. Kanın asitlik derecesi arttığında solunum hızı nasıl değişir?

....

....

9. Deniz seviyesinden yükseklere çıkıldıkça kanda alyuvar sayısının artışını nasıl açıklarsınız?

....

....

10. Soluk alıp verme mekanizmasını nasıl açıklarsınız?

....

....

B. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

zatürre	mukus	dış solunum	plevra	hemoglobin
karbomino hemoglobin	yutak	kıkırdak halkalar	alveol	diyafram

1. Canlı ile yaşadığı ortam arasındaki gaz alışverişine .... denir.
2. Ağız ve burun boşluğunun açıldığı yere .... denir.
3. Omurgalıların taşıma pigmenti olan .... alyuvar hücresinde bulunur.
4. Soluk borusunun iç yüzeyinde bulunan .... hava ile alınan toz ve mikropları tutar.
5. Soluk borusundaki .... soluk borusunun çökmesini ve yapışmasını önler.
6. Bronşçuklar .... adlı hava kesecikleri ile sonlanır.
7. Göğüs boşluğu ile karın boşluğunu birbirinden ayıran kaslı yapıya .... denir.
8. Akciğerler .... adlı iki katlı zarla örtülüdür.
9. Akciğer dokusunun iltihaplanması ile oluşan hastalık .... olarak adlandırılır.
10. Alyuvarlarda hemoglobinin karbondioksite bağlanmış hâline .... denir.

C. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Solunum organları ile O_2 alıp CO_2 verme olayına hücre solunumu denir. (......)
2. Akciğerler ile kan arasındaki gaz alışverişi aktif taşıma ile gerçekleşir. (......)
3. CO_2, akciğer kılcallarına en çok karbomino hemoglobin hâlinde taşınır. (......)
4. Solunum yüzeyinin geniş olması canlının oksijen alma kapasitesini artırır. (......)
5. Akciğerler kanın pH değerinin korunmasında önemli rol oynar. (......)
6. Solunum yollarının esnekliğini yitirmesiyle verem hastalığı oluşur. (......)
7. Alveoller bağ dokudan oluşan hava keseleridir. (......)
8. Diyafram, göğüs boşluğunu karın boşluğundan ayıran zar yapıdır. (......)
9. Soluk alma sırasında diyafram ve kaburga kasları kasılır. (......)
10. Temiz havada düzenli spor yapmak ve dengeli beslenmek solunum yolu sağlığı için önemlidir. (......)

Ç. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. O_2'nin dış ortamdan solunum organları ile alınması
II. Besinlerin hücre içinde solunumla yıkılması
III. ATP üretilmesi
IV. CO_2'in solunum organlarından dış ortama verilmesi

Yukarıda verilen olaylardan hangileri dış solunum olayını ifade eder?

A) I ve II B) II ve III C) I ve IV
D) III ve IV E) I, II, III ve IV

2. Aşağıda belirtilen;
I. Diyafram düzleşir.
II. Kaburgalar arası kaslar gevşer.
III. Göğüs iç basıncı azalır.
IV. Diyafram kubbeleşir.

olaylarından hangileri akciğer kılcallarında oksihemoglobin miktarını artırır?

A) I ve II B) I ve III C) III ve IV
D) I, II ve III E) II, III ve IV

3. Aşağıda verilen olaylardan hangisi akciğer kılcallarında karbonik asitin iyonlaşması ile oluşan ürünlerin vücuttan atılmasını sağlar?

A) Göğüs boşluğu hacminin genişlemesi
B) Karın iç basıncının artması
C) Diyaframın düzleşmesi
D) Kaburgalar arası kasların kasılması
E) Akciğer iç basıncının artması

4. Aşağıda verilen özelliklerden hangileri soluk alıp verme hızının artışına neden olmaz?

A) Kanda CO_2 miktarının artması
B) Adrenalin hormonunun kandaki miktarının artması
C) Solunan havadaki O_2 miktarının azalması
D) Tiroksin hormonunun kanda azalması
E) Omurilik soğanının uyarılması

5. I. Kanın asit-baz dengesinin ayarlanmasına yardımcıdır.
II. O_2 miktarının azaldığı ortamlarda hemoglobin üretimi hızlanır.
III. Fe^{+2} eksikliğine bağlı kansızlık, dokulardaki O_2 miktarını düşürür.

Solunum gazlarının taşınmasında görev alan hemoglobin ile ilgili olarak yukarıda belirtilenlerden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

6. I. Alveollerin tek katlı yassı epitel dokudan oluşması
II. Kılcallarda kanın akış hızının yavaş olması
III. Soluk alma ile alveollerin oksijen yoğunluğunun artması

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri alveollerden kana O_2 geçişinde etkilidir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

7. I. $CO_2 + H_2O \rightarrow H_2CO_3$

II. $H_2CO_3 \rightarrow H^+ + HCO_3^-$

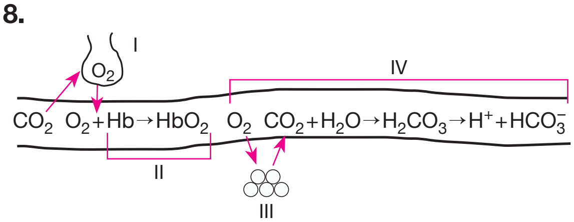
III. $H^+ + HCO_3^- \rightarrow H_2CO_3$

IV. $H_2CO_3 \rightarrow CO_2 + H_2O$

Yukarıda verilen tepkimelerden hangileri akciğer kılcallarında, hangileri doku kılcallarında gerçekleşir?

	Doku kılcalı	Akciğer kılcalı
A)	I ve III	II ve IV
B)	I ve II	III ve IV
C)	II ve IV	I ve III
D)	II ve III	I ve IV
E)	III ve IV	I ve II

8.



Yukarıdaki şekilde kanda O_2 ve CO_2 taşınması şematik olarak gösterilmiştir.

Şekilde I, II, III ve IV ile gösterilen yerler aşağıdakilerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

	I	II	III	IV
A)	Alveol	Alveol kılcalı	Doku hücresi	Doku kılcalı
B)	Alveol kılcalı	Alveol	Doku hücresi	Doku kılcalı
C)	Doku hücresi	Doku kılcalı	Alveol hücresi	Alveol kılcalı
D)	Doku kılcalı	Doku hücresi	Alveol kılcalı	Alveol kılcalı
E)	Alveol	Doku kılcalı	Doku hücresi	Alveol kılcalı

9. CO_2 ve O_2'in kanda taşınması sırasında gerçekleşen bazı olaylar aşağıda belirtilmiştir.

I. CO_2'in alyuvarda H_2O ile birleşmesi

II. O_2'in alyuvarda hemoglobin ile birleşmesi

III. CO_2'in plazmada çözünmesi

IV. H^+ iyonunun alyuvarla, HCO_3^- iyonunun plazma ile taşınması

Bu olaylardan hangileri kan pH'ının yükselmesine neden olabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

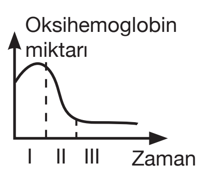
D) I ve IV E) II ve III

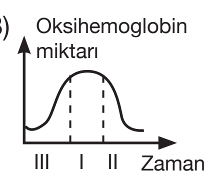
10. I. Aort

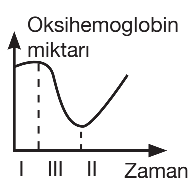
II. Doku kılcalı

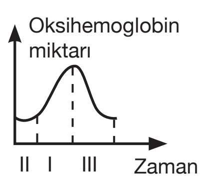
III. Alveol kılcalı

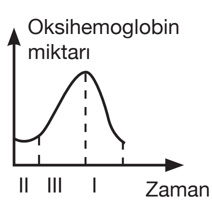
Aşağıdaki grafiklerden hangisi, kan dolaşımı sırasında yukarıda verilen damarlardaki oksihemoglobin miktarında oluşan değişimi göstermektedir?

A)


B)


C)


D)


E)


6. BÖLÜM: Üriner Sistem

Canlıların kararlı ve dengeli iç ortamlarını koruyabilmesinin sistemler arası iş birliği ile sağlandığını biliyorsunuz. İç dengenin sağlanmasında önemli rol oynayan sistemlerden biri de üriner sistemdir. Canlıların vücutlarındaki fazla suyun, mineral tuzların ve metabolizma reaksiyonları sonucu oluşan atık maddelerin organizmadan uzaklaştırılmasına **boşaltım**, boşaltımı gerçekleştiren yapılara da **üriner sistem** denir.

Bu bölümde insan böbreğinin yapısını, işleyişini ve homeostazinin sağlanmasındaki rolünü öğreneceksiniz.

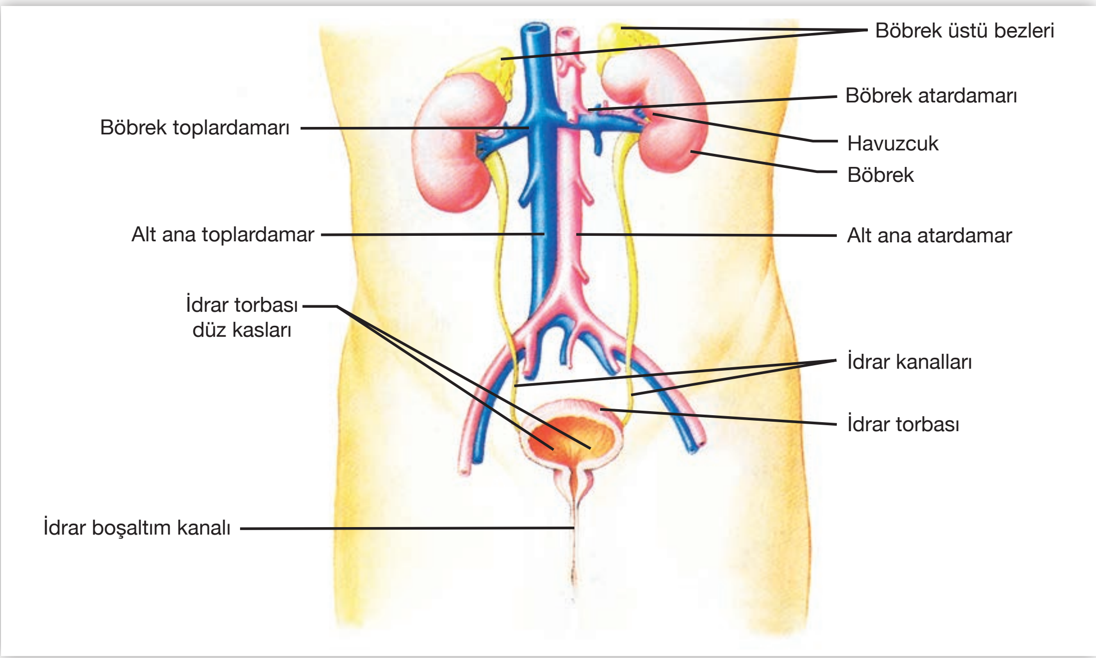
Bilelim

Canlılardaki azotlu atık ürünler amonyak, üre ve ürik asittir. Amonyak çok zehirli ve suda çözünürlüğü fazla olduğundan vücut dışına atılırken fazla su kaybedilir. Suda yaşayan canlılar amonyağı bol su ile seyrelterek vücut dışına atar.

Memelilerde amonyak üreye dönüştürülür. Ürenin amonyağa göre çözünürlüğü ve zehirlilik oranı daha düşüktür. Bu nedenle daha az su kaybı ile vücut dışına atılır. Kara hayatına uyum sağlamış canlılar olan sürüngen, kuş ve böceklerin ise azotlu atık ürünü ürik asittir. Ürik asit suda çok az çözündüğünden vücut dışına atılırken su kaybı en aza indirilmiş olur.

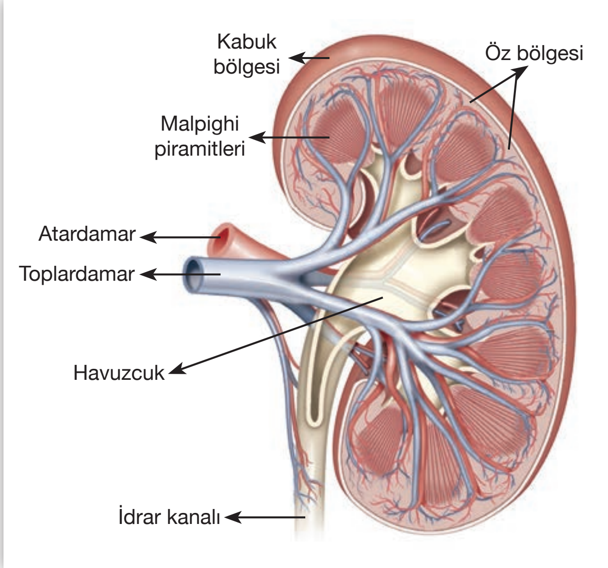
11.1.6.1. Üriner Sistemin Yapı, Görev ve İşleyişi

İnsanda üriner sistem; böbrekler, idrar kanalları (üreter), idrar torbası (mesane) ve idrar boşaltım kanalından (üretra) oluşur (Görsel 6.1).



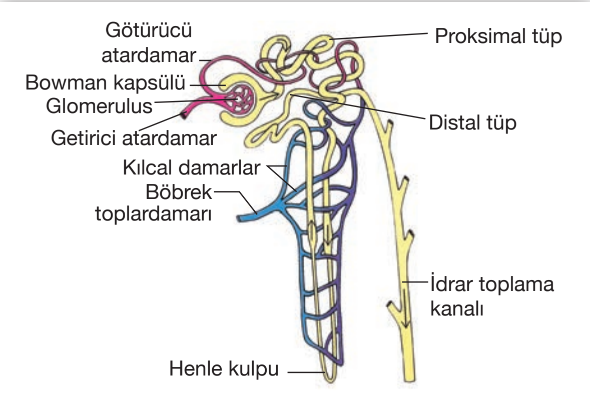
Görsel 6.1: İnsanda üriner sistemi oluşturan yapılar

1. Böbrekler: İnsanlarda yaklaşık olarak 10-12 cm uzunluğunda, ortalama 160 g ağırlığında ve fasulye tanesi şeklinde iki böbrek vardır. Dış kısmı bağ dokudan oluşan ince bir zarla çevrili olan böbrekler, karın boşluğunun arka tarafında, bel hizasında ve omurganın iki yanında yerleşmiştir. Böbreğin boyuna kesitinde üç kısım ayırt edilir (Görsel 6.2). Dışta koyu kırmızı renkte **kabuk** (korteks) bölgesi, içte yumuşak ve açık renkli **öz** (medulla) bölgesi bulunur. Böbreğin orta kısmında ise idrar kanalının çıktığı geniş bir çukur alan vardır. Bu bölge **havuzcuk** olarak adlandırılır. Havuzcuk idrar toplama kanallarının sonlandığı kısımdır.

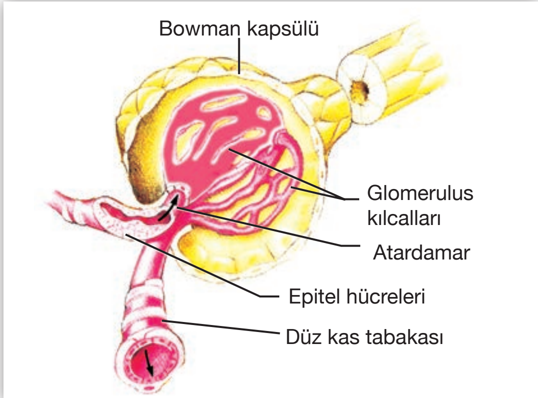


Görsel 6.2: Böbreğin boyuna kesiti

Böbreklerin yapı ve görev birimine **nefron** denir (Görsel 6.3). Her böbrekte yaklaşık bir milyon nefron bulunur. Nefronlar, ince uzun boşaltım kanalı ve kılcal kan damarı yumağı olan glomerulustan oluşur. **Glomerulus**, boşaltım kanalının kapalı ucunun genişleyerek kese şeklinde oluşturduğu Bowman kapsülü ile çevrilmiştir. Glomerulus ve Bowman kapsülünün birlikte oluşturduğu yapıya **Malpigi cisimciği** denir (Görsel 6.4). Bu yapılar böbreğin kabuk bölgesinde yer alır.



Görsel 6.3: Nefronun yapısı



Görsel 6.4: Malpigi cisimciği

Bowman kapsülünün devamı olan boşaltım kanalı kabuk bölgesinde kıvrımlar yaparak **proksimal tüpü**, öz bölgesine inerek "U" şeklindeki **henle kulpunu**, tekrar kabuk bölgesine çıkararak daha az kıvrımlı yapı olan **distal tüp**ünü meydana getirir. Distal tüp, idrar toplama kanalına bağlanır. İdrar toplama kanalları öz bölgesinde **malpigi piramitleri**ni oluşturur. Bu kanallar böbreğin ortasındaki havuzcuk denilen bölgeye bağlanır. Havuzcuk ise böbrekten çıkan idrar kanalına açılır.

Her böbreğe aorttan ayrılan bir böbrek atardamarı girer. Böbrek atardamarı pek çok kola ayrılarak nefronlara kan getiren **getirici atardamar**ları oluşturur. Getirici atardamar, Bowman kapsülü içindeki glomerulus yumağını oluşturan kılcallara ayrılır.

Glomerulustan ayrılan kılcallar birleşerek **götürücü atardamarı** oluşturur. Götürücü atardamar, böbrek kılcallarını oluşturarak nefron kanalcıklarını sarar. Kanalcık etrafındaki kılcal damarlar, küçük toplardamarlar ile böbrek toplardamarına açılır. Böbrek toplardamarı ise böbrekten çıkarak kanı kalbe götüren alt ana toplardamara bağlanır.

Glomerulus kılcalları tek katlı epitel dokudan oluşur. Bu kılcallar, iki atardamar arasında bulunduğundan yüksek ve sabit kan basıncına sahiptir. Glomerulus kılcallarının Bowman kapsülünün iç yüzeyini oluşturan epitel doku ile çevrelenmiş olması hem yüksek kan basıncına dayanıklılığı sağlar hem de glomerulus kılcallarından kan hücrelerinin, büyük kan proteinlerinin ve yağ moleküllerinin Bowman kapsülüne geçişini engeller.

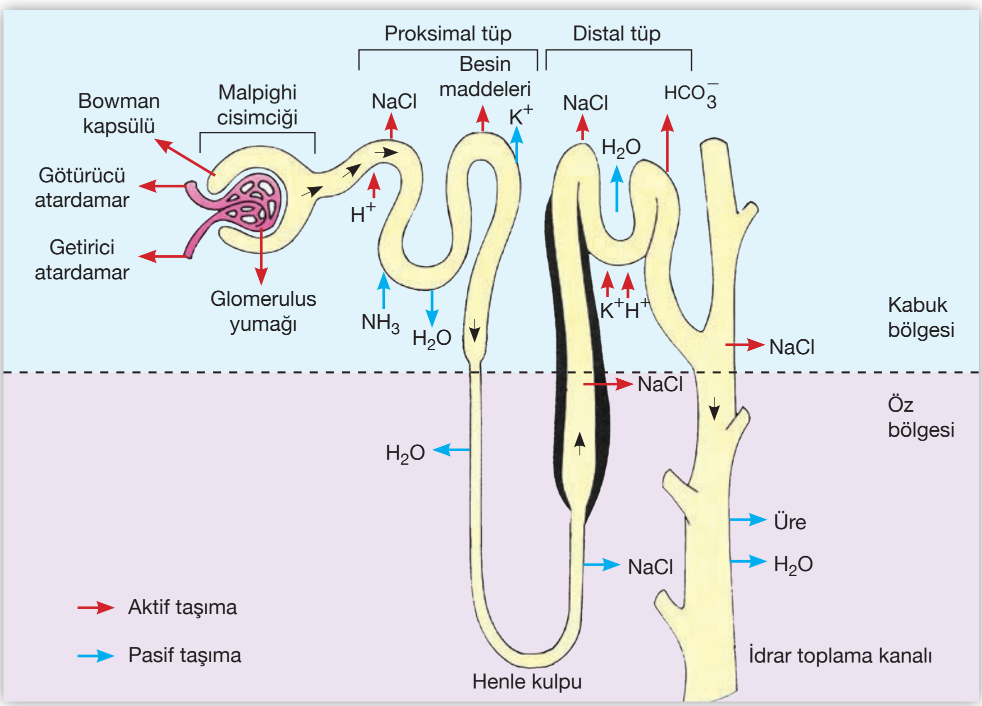
2. İdrar kanalları: İdrar kanallarının her birinin uzunluğu 25 cm'dir. İdrar kanalları böbreklerin havuzcuk bölgesinden çıkar ve idrar torbasına bağlanır. İdrar kanalının idrar torbasına bağlandığı yerde tek yöne açılan ve idrarın tekrar idrar kanalına geçmesini önleyen kapakçıklar vardır.

3. İdrar torbası: Kaslı bir yapı olan idrar torbası kasık bölgesinde yer alır. Esnek bir yapıya sahip olduğundan 1-1,5 litre idrar alabilir. Genelde 250-300 cm^3'ü dolunca idrar torbasının kasları uyarılır ve boşaltım isteği doğar.

4. İdrar boşaltım kanalı: İdrarın idrar torbasından dışarı atıldığı açıklıktır. İdrar torbası kasılır. Üretranın etrafındaki sfinkter kaslar gevşer ve idrarın üretradan dışarı atılması sağlanır.

Nefronlarda İdrarın Oluşumu

Nefronlarda idrar oluşumu süzülme, geri emilme ve salgılama olmak üzere üç aşamada gerçekleşir (Görsel 6.5).



Görsel 6.5: Bir nefronda süzülme, geri emilme ve salgılamanın gerçekleşmesi

1. Süzülme: Aorttan ayrılan böbrek atardamarındaki kan, yüksek basınçla glomerulus kılcallarına akar. Bu basınç, kılcal damar yumağından Bowman kapsülüne difüzyonla madde geçişini sağlar. Bowman kapsülünün iç yüzeyi tek katlı yassı epitelden oluştuğu için madde difüzyonuna uygundur. Kan hücreleri, plazma proteinleri ve yağ molekülleri hariç su, inorganik tuzlar, vitaminler, glikoz, amino asit gibi yararlı maddeler ile üre, ürik asit, amonyak gibi boşaltım maddeleri glomerulustan Bowman kapsülüne geçer. Ancak yağ asitleri ve gliserol küçük molekül olmalarına karşın şilomikron şeklinde taşındığından bowman kapsülüne geçemez. Bowman kapsülüne geçen bu sıvıya **süzüntü**, olaya ise **süzülme** denir.

Süzülme hızı, kan basıncı ile doğru orantılıdır. Kan basıncı arttığında süzülme hızı artar ve daha sık idrara çıkılır. Kan basıncı düştüğünde ise süzülme hızı yavaşladığından idrar oranında azalma görülür.

2. Geri emilme: Glomerulustan Bowman kapsülüne geçen sıvının büyük bir kısmı boşaltım kanallarından geçerken geri emilerek kana verilir. Maddelerin geri emilimleri organizmanın gereksinimi doğrultusunda yapılır ve geri emilimin %90'ı proksimal tüpte olur. Geri emilim hem aktif hem pasif taşıma ile gerçekleşir. Proksimal tüpe geçen sıvı içindeki su osmozla; glikoz, amino asitler, vitaminler, amonyum, bikarbonat iyonları ve tuzlar aktif taşıma ile H^+ iyonları ise yoğunluğa bağlı olarak aktif ya da pasif şekilde geri emilir.

Henle kulpunun inen kolu suya karşı geçirgendir. Burada suyun kılcal damarlara doğru geri emilimi sağlanır. Ancak tuz ve diğer çözünen maddelere az geçirgendir. Henle kulpunun çıkan kolu ise suya geçirgen olmadığından burada suyun geri emilimi yapılmaz. Bu kanalda klor iyonları aktif, sodyum iyonları pasif taşıma ile geri emilir.

Distal tüpte sodyum, klor, bikarbonat iyonları ve esas olarak suyun geri emilimi devam eder. Suyun geri emilimi hipofizden salgılanan ADH ile kontrol edilir. Vücudun su gereksinimine bağlı olarak hipofizden salgılanan ADH miktarı değişmektedir. Eğer kan plazmasının yoğunluğu artmışsa ADH miktarı da artar. ADH miktarına göre distal tüp ve idrar toplama kanalında su geri emilir. Kanın yoğunluğunun azalması durumunda ise ADH azalır ve fazla su idrarla dışarı atılır.

Vücut sıvılarının mineral dengesinde, böbrek üstü bezlerinden salgılanan aldosteron hormonu rol oynar. Bu hormonun gereğinden fazla salgılanması durumunda boşaltım kanallarından Na^+ ve Cl^- emilimi artar. Bu da vücutta fazla oranda suyun tutulmasına yol açarak **ödem** oluşturur.

Distal tüpün çeperleri üreye karşı geçirgen olmadığından burada ürenin geri emilimi gerçekleşmez. Bu nedenle distal tüpte üre yoğunluğu artar. Distal tüpten idrar toplama kanalına geçen süzüntüde suyun emilimi devam ederken üre yoğunlaşarak idrar oluşturulur. Oluşan idrar, idrar toplama kanalları ile havuzcuğa taşınır.

Her maddenin kanda bulunması gereken değerine **eşik değer** denir. Bir maddenin kandaki miktarı eşik değeri aşıyorsa nefron kanalcıklarından geri emilmez ve idrarla dışarı atılır. Bu nedenle şeker hastalarının idrarında glikoza rastlanır. Sağlıklı bir insanda glikoz ve amino asitlerin tamamı, suyun %99'u, sodyum iyonlarının %99,5'i, geri emilir. Su ve pH dengesini sağlamak için ürenin de %50'si geri emilerek tekrar kana verilir.

✓ Bilelim

Boşaltım kanallarında geri emilim nedeniyle glomerulustan Bowman kapsülüne süzülen sıvı ile havuzcukta toplanan sıvının bileşimi birbirinden farklıdır. Glomerulustan Bowman kapsülüne süzülen sıvının tamamı idrarla dışarı atılsaydı vücut suyunun yaklaşık %4'ü ile birlikte glikoz, amino asit ve inorganik tuzlar gibi yararlı maddeler de kaybedilirdi.

3. Salgılama: Böbreklerde günde yaklaşık 170-190 litre sıvı süzülmekte ve %99'u geri emilmektedir. Süzülme ile Bowman kapsülüne geçemeyen bazı ilaçlar, boyalar, amonyak, hidrojen iyonları, potasyum iyonları gibi maddeler kılcal damarlardan aktif taşıma ile proksimal ve distal tüpe verilir. Bu olaya **salgılama** (sekresyon) denir. Böylece zararlı maddeler kandan uzaklaştırılır.

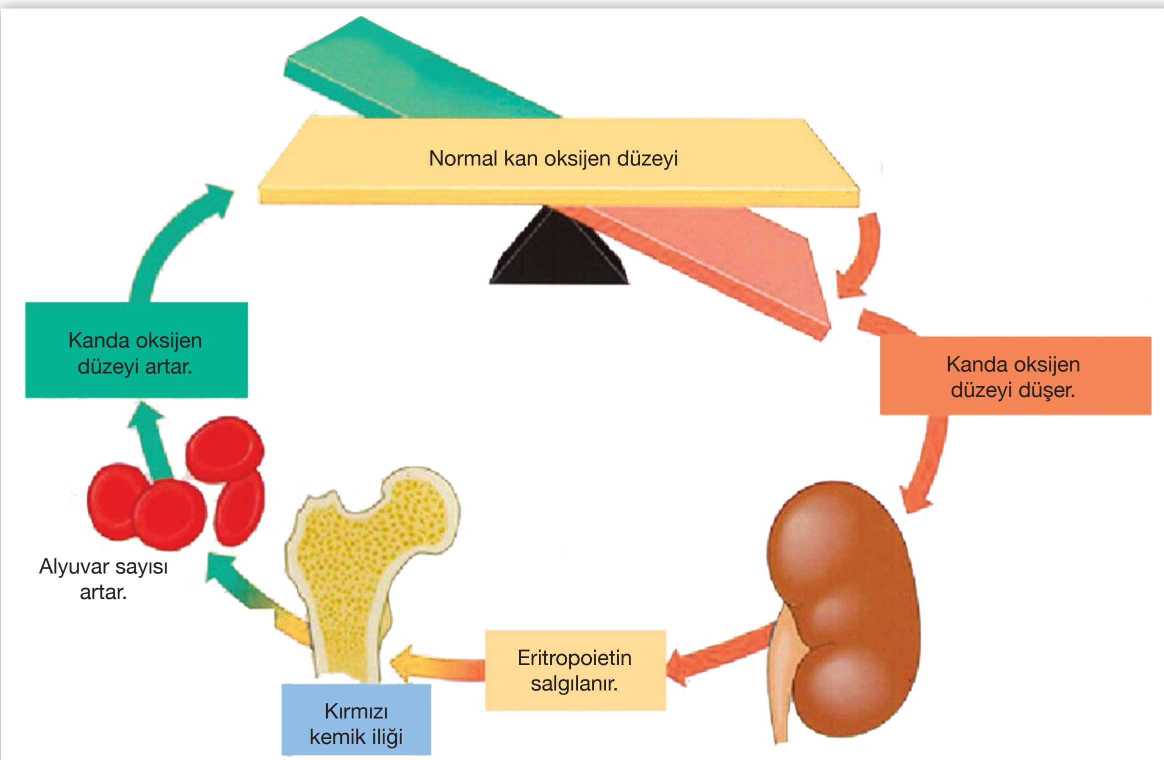
Ortalama olarak günde 1-1,5 litre idrar oluşturulur. İdrarın bileşiminde %95 su, %3 üre ve ürik asit gibi organik bileşikler, %2 oranında Na^+, K^+, Ca^{+2} gibi iyonlar yer alır.

Sağlıklı bir insanın idrarında glikoz ve amino asitlere rastlanmaz.

Nefron sayısının çok olması nedeniyle vücuttaki tüm kanın kılcallardan geçerek temizlenmesi yaklaşık 10-20 dakika gibi kısa bir sürede gerçekleşir.

Böbrekler, idrar oluşturmanın yanı sıra alyuvar yapımında da görev alır. Dokuların yeterli oksijeni alamaması durumunda böbreklerden **eritropoietin** hormonu üretilir. Bu hormon, kemik iliğinde alyuvar yapımını uyararak kansızlığı önler.

Eritropoietin hormonunun %90'ı böbreklerde, geri kalanı karaciğerde üretilir. Bu nedenle böbrek yetmezliği olan hastalarda yeterli hormon üretilemediğinden kansızlık ortaya çıkar (Görsel 6.6).



Görsel 6.6: Böbreklerden eritropoietin hormonunun kemik iliğinde alyuvar oluşturması

Sıra Sizde

Böbreğin yapısının daha iyi anlaşılması için animasyon, simülasyon ve videoların yer aldığı Genel Ağ adreslerinden yararlanabilirsiniz.

Etkinlik: Memelilerde Böbreğin İncelenmesi

Amaç

Memelilerde böbreğin yapısını kavramak

Araç Gereçler

Koyun böbreği, bisturi, plastik eldiven, diseksiyon küveti, büyüteç.

Ön Hazırlık

Sınıfta gruplar oluşturunuz. Grubunuzda seçtiğiniz bir sözcü yardımıyla kasaptan koyun böbreği alarak sınıfa getiriniz.

Etkinliğin Yapılışı

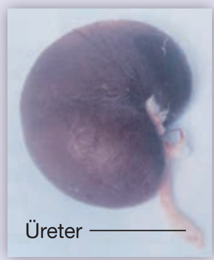
Eldivenlerinizi giyerek diseksiyon küvetine koyduğunuz koyun böbreğinin dış yapısını inceleyiniz.

Böbreği dıştan saran zarı bisturi ile keserek çıkarınız.

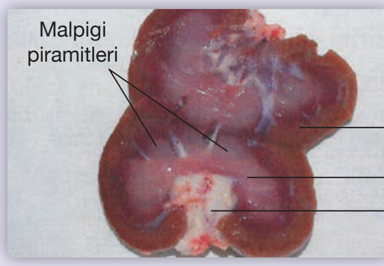
Böbreği ortasından boyuna keserek iki parçaya ayırınız.

Böbrekteki yapıları çıplak gözle ve büyüteç yardımıyla inceleyiniz.

Böbrek kesitinin şeklini defterinize çizerek kitaptaki şekil ile karşılaştırınız.







Değerlendirme Soruları

1. Gözleminize göre idrar toplama kanalları nerede bulunuyor?

2. Havuzcuğu böbreğin hangi kısmında gözlemlediniz?

3. Böbrek atardamarı ve böbrek toplardamarı böbreğin hangi kısmı ile bağlantılıdır?

Sıra Sizde

Akut böbrek yetmezliği olan kişilerde homeostatik dengenin nasıl etkilendiğini çeşitli görsel ve yazınsal kaynaklardan araştırınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta bir sunum hazırlayarak arkadaşlarınızla paylaşınız.

11.1.6.2. Homeostazinin Sağlanmasında Böbreklerin Rolü

Böbreklerin düzenli çalışması, kan ve doku sıvılarındaki su ve tuz miktarının dengede tutulmasını, kanın pH değerinin düzenlenmesini ve metabolik atıkların dışarı atılmasını sağlar. Böylece kararlı ve dengeli iç çevrenin oluşturulmasında böbrekler önemli rol oynar.

İnsanın, fazla oranda deniz suyu yutması dokuların çok miktarda su kaybetmesine yol açarak ölümüne neden olabilir. Deniz suyunun tuz oranı yaklaşık olarak %3'tür. Kanımızın tuz oranı ise %1'dir. Böbrekler %2 tuz içeren çözeltiyi çok zor da olsa dışarı atabilir. Deniz suyundaki tuz, sindirim borusundan emilerek kana geçtiğinde kandaki tuz oranı %3'e yükselir. Bu durumda doku hücreleri osmozla çok fazla su kaybeder. Kanın hacmi artar ve kişi hayatını yitirir.

Böbrekler asit ve baz özellikte maddeler salgılayarak kan pH'ının düzenlenmesinde akciğerlerle birlikte önemli rol oynar. İnsanda kan pH'ı 7,4'tür.

Kan pH değeri, aşağıda belirtildiği şekilde dengelenir.

Kanda H^+ iyonu yoğunluğu artarsa;

- Asidik değer artar ve kan pH'ı düşer.
- Proksimal ve distal tüpün epitel hücrelerinden salgılanan amonyak (NH_3), süzüntüde bulunan hidrojen iyonları (H^+) ile birleşerek amonyum iyonunu (NH_4^+) oluşturur.
- Amonyum tekrar hücre içine giremez ve idrarla dışarı atılır.
- Kan pH'ı normale döner.

Kanda bikarbonat iyonları $(HCO_3)^-$ artarsa;

- Bazik değer artar ve kan pH'ı yükselir.
- Bu durumda geri emilen Na^+ iyonları bikarbonat iyonları ile birleşir.
- Sodyum bikarbonat ($NaHCO_3$) oluşur.
- Sodyum bikarbonat idrarla dışarı atılarak kan pH'ı düşürülür.

İç salgı bezlerinden salgılanan hormonlar da böbreklerle birlikte homeostazinin sağlanmasında rol oynar. Hipofiz bezinden kana verilen ADH, boşaltım kanallarından suyun geri emilimini sağlayarak kandaki su miktarını ayarlar ve idrar yapımını kontrol eder.

Böbrek üstü bezlerinden salgılanan aldosteron hormonu ile vücut sıvılarının mineral miktarı dengede tutulur. Aldosteron hormonu sodyumun geri emiliminde, potasyumun idrarla dışarı atılmasında rol oynar. Böylece ADH ve aldosteron hormonlarının birlikte çalışması ile vücut sıvılarının su ve iyon dengesi korunarak kanın ozmotik basıncı düzenlenir.

11.1.6.3. Üriner Sistem Rahatsızlıkları

Üriner sistemdeki organların çeşitli etkenlerle görevlerini yapamayacak duruma gelmesi, bu sistemle ilgili rahatsızlıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. En çok rastlanan rahatsızlıklara idrar yolu enfeksiyonu, böbrek yetmezliği ve böbrek taşı oluşumu örnek verilebilir.

İdrar yolu enfeksiyonu: Mikroorganizmaların neden olduğu bir rahatsızlıktır. Soğuk havalarda özellikle kış aylarında üşümeye bağlı olarak idrar yolu enfeksiyonuna daha sık rastlanılır. İdrar yolu enfeksiyonunun en yaygın belirtisi idrar yapımı sırasında yanma hissidir. Diğer belirtiler ise sık idrara çıkma, karın altında şişlik, bulanık ve ağır kokulu idrardır. İhmal edilmeden hekime gidilmesi ve uygun tedavinin yapılması gerekir. Enfeksiyondan korunmak için üşütülmemeli, yeterli miktarda sıvı tüketilmeli, bağışıklık sistemini güçlendirmek için yeterli ve dengeli beslenilmelidir.

Böbrek yetmezliği: Çeşitli iltihaplanmalar, zehirlenmeler, ileri derecede yanıklar, diyabet ve hipertansiyon böbreklerin sağlıklı çalışmasını engeller. Bu hastaların idrarında protein ve kana rastlanır. Bu durumda böbrek nakli gerekir ya da kandaki atık maddelerin temizlenmesi için hasta diyaliz makinesine bağlanır (Görsel 6.7).



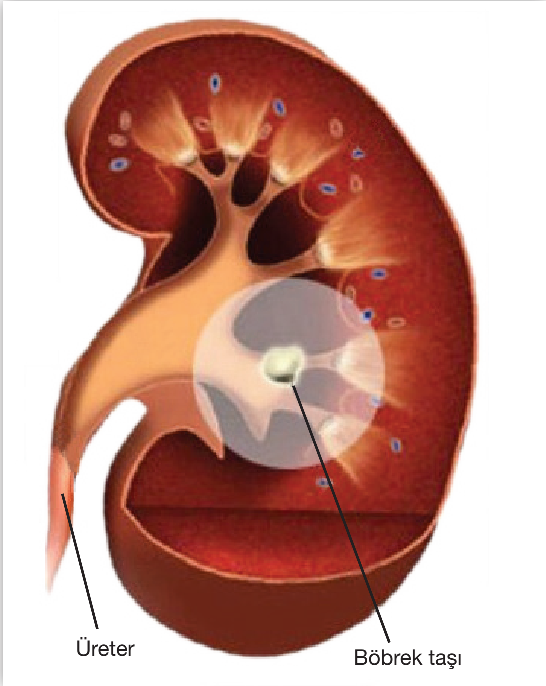
Görsel 6.7: Diyaliz makinesi ile kan, atık maddelerden temizlenir.

Diyaliz makinesi, böbrek yetmezliği olan kişilerde vücuttaki zararlı maddelerin ve sıvıların uzaklaştırılmasını sağlayarak böbreğin işlevini yerine getirir. Bu işlem, kandaki atık madde miktarına bağlı olarak düzenli aralıklarla (haftada 3 kez her seferinde 3-4 saat) uygulanır. Bu süre içinde hasta makineye bağlı kalır. Diyaliz, böbrek fonksiyonlarının sadece bir kısmını yerine getirebildiği için hastalar yoğun ilaç kullanmak zorundadır. Bu durum, sosyal hayattan soyutlanma, iş ya da eğitimden geri kalma gibi olumsuzlukları ortaya çıkarır ve yaşam kalitesini azaltır. Bu nedenle diyaliz, böbrek nakline alternatif olarak düşünülmemelidir. Diyalize giren hastaların yaşadıkları problemler düşünüldüğünde, böbrek bağışının ne kadar önemli olduğu anlaşılır. Ülkemizdeki pek çok hasta, böbrek nakli için sıra beklemektedir. Toplumdaki her bireyin bu konuda duyarlı olması, nakil bekleyen kişilerle kendisi arasında empati kurabilmesi gerekir. Organ bağışı ile ilgili olarak toplum bilinçlendirilmelidir.

Sıra Sizde

Böbrek nakli olan ya da diyaliz makinesi kullanan kişiler ile söyleşi yapınız. Söyleşide böbreklerinin işlevini kaybetmesine neden olan etmenleri öğreniniz. Bu durumun yaşam kalitesini nasıl etkilediği ile ilgili bilgi alınız. Edindiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Böbrek taşları: Kalıtımsal olabildiği gibi gereksiz kullanılan bazı ilaçlar sonucu böbrek taşları oluşabilmektedir (Görsel 6.8). Özellikle kalsiyum oksalat ve kalsiyum fosfat gibi mineral tuzların böbrekte çökelmesi böbrek taşlarını oluşturur. Taşlar yerinden hareket ettiğinde o bölgede tahrişler olur ve buna bağlı iltihaplanmalar, kanamalar ortaya çıkar.



Görsel 6.8: Böbrekte oluşan taşın gösterimi

11.1.6.4. Üriner Sistemin Sağlıklı Yapısının Korunması

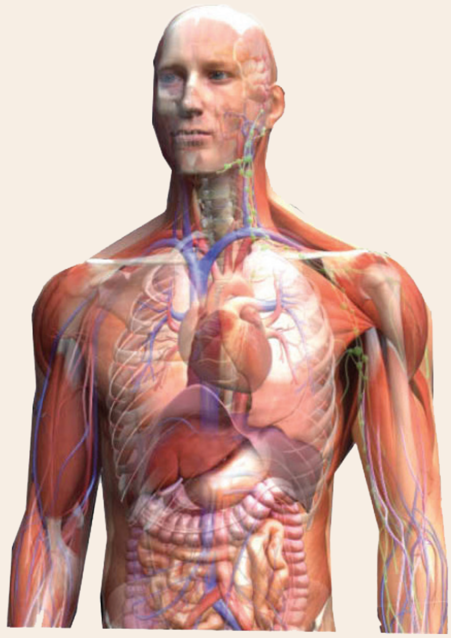
Üriner sistem organlarının sağlıklı olması homeostatik dengenin sağlanması açısından önemlidir. Böbrekler kan ve doku sıvılarındaki su ve tuz miktarının dengede tutulmasını, kanın pH değerinin düzenlenmesini ve metabolik atıkların dışarı atılmasını sağlar. Böylece kararlı ve dengeli iç çevrenin oluşturulmasında önemli rol oynar.

Üriner sistemin sağlıklı yapısının korunabilmesi için alınması gereken önlemler aşağıda belirtilmiştir:

- Bol sıvı alınmalıdır.
- Düzenli spor yapılmalı ve temiz havadan yararlanılmalıdır.
- Beslenmeye dikkat edilmeli, acı ve tuzlu besinler fazla tüketilmemelidir.
- Sigara, alkol gibi zararlı alışkanlıklardan kaçınılmalıdır.
- Boğaz iltihaplanmaları, çürük dişler hemen tedavi edilmeli, tam iyileşme sağlanmalıdır.
- Antibiyotikler doktorun önerdiği şekilde kullanılmalıdır.
- Ağrılı ve sık idrara çıkma durumunda hemen doktora gidilmelidir.
- Ayakların, idrar yollarının ve böbreklerin üşütülmemesine dikkat edilmelidir.

Okuma Metni

RAKAMLARLA VÜCUDUMUZ



- Tüm yaşam süremiz boyunca kalbimiz yaklaşık 2,5 milyar kez atıyor. Dinlenme hâlindeyken dakikada 5 litre kadar kan pompalarken egzersiz hâlinde bu miktar 30 litreye kadar çıkabiliyor. Çoğumuzun kalbi göğüs kafesimizde sol yanda yer alırken 8500 kişiden birinde görülebilme olasılığı olan situs inversus (yer tersliği) adı verilen bir durumda kalp göğüs kafesinin sağ yanında bulunabiliyor ve diğer tüm organların konumları da bulunmaları gereken normal yerin tersinde oluyor.
- Beyin kabuğumuzdan (korteks) her yıl ortalama 31 milyon sinir hücresi yitiriyoruz. Bu da yaklaşık saniyede 1 hücre kaybına denk geliyor. Eğer beyindeki "Yedekle, bağlantıları aktar ve kullan." mekanizması olmasaydı, büyük olasılıkla yaşamımız çok kısa sürerdi.
- Olağanüstü bir rejenerasyon (kendini yenileme) özelliğine sahip olan karaciğerimiz, %70'lik bir doku kaybında bile kendini tamamen yenileyebiliyor ve birkaç ay içerisinde asıl boyutlarına yeniden ulaşılabiliyor. Her karaciğer hücresinin ortalama ömrüyse 150 gündür.
- Yorucu bir günün sonunda terli bir koltuk altının her 1 cm^2'sinde, ortalama 100 milyon kadar bakteri çoğalıyor.
- İnsan vücudunda toplam 206 kemik bulunuyor. Bunların yarısından fazlası el ve ayaklarımızda yer alıyor. Vücudumuzun en karmaşık eklemi olan diz eklemi, aynı zamanda vücudun en kolay hasar görebilen eklemidir.
- En geniş organımızda, yani derimizde bulunan hücrelerin sayısı tam 300 milyondur. Derinin en dış katmanı olan epidermis, kendini sürekli olarak yeniliyor ve ortalama 75 günde bir tamamen yenilenmiş oluyor. Derimizin her 3 cm^2'sinin altında ortalama 10 kıl kökü, 100 ter bezi ve 1 metre uzunluğunda kan damarı bulunuyor.
- Erişkin bir insanın sağ akciğerinde (Sol akciğer, alt kısmında kalbin yer alması nedeniyle daha küçüktür.), ortalama 300 milyon kadar alveol adı verilen küçük hava kesecikleri bulunuyor. Bu kesecikler bir şekilde yan yana yere serilebilseydi bir tenis kortunu tamamen kaplayabilecek bir alana sahip oldukları görülürdü. Akciğerlerimize giden ana hava geçiş yollarının her iki yanda farklı açılarla seyrettiğini de hatırlatalım.
- Şu anda bağırsaklarınızda yaşamakta olan bakterilerin toplam kütlesi 1000 gram. Her yıl, ağırlığımız kadar bakteriyi dışkı yoluyla dışarı atıyoruz ve bağırsaklarımızda yaklaşık 500 kadar farklı tür bakteriye konaklık ediyoruz.

TÜBİTAK, Bilim ve Teknik Dergisi, Mart 2005
(Düzenlenmiştir.)

6. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Böbrekte dıştan içe doğru yer alan kısımların adlarını yazınız.

....

....

2. Suyun üriner sistem için önemini açıklayınız.

....

....

3. Üriner sistem ile solunum sistemi arasındaki ilişkiyi açıklayınız.

....

....

4. Glomerulustan Bowman kapsülüne geçen maddeler ile havuzcukta toplanan maddeler birbirinden neden farklıdır?

....

....

5. Nefronlarda idrar oluşumu sırasında gerçekleşen aşamaların adlarını yazınız.

....

....

6. Salgılama, böbreğin hangi kısımlarında gerçekleştirilir ve hangi amaçla yapılır?

....

....

7. Böbrekler homeostazinin sağlanmasına nasıl yardımcı olur?

....

....

8. Glomerulus kılcallarının özelliği nedir?

....

....

9. Üriner sistemin sağlıklı çalışabilmesi için nelere dikkat edilmelidir?

....

....

10. Vücut sıvılarının su ve iyon dengesi hangi hormonlar ile sağlanır?

....

....

B. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

yağ molekülleri	böbrek toplardamarı	amino asit	idrar kanalı	otonom	nefron
kan proteinleri	idrar toplama kanalları	aktif taşıma	antidiüretik	homeostazi	glikoz

1. Böbreklerin çalışması .... sinirlerle kontrol edilir.
2. Boşaltım kanallarından geri emilerek kana geçen maddeler .... ile alt ana toplardamara taşınır.
3. Havuzcukta toplanan idrar, ... ile idrar kesesine götürülür.
4. Böbreğin, idrarın oluşturulmasını gerçekleştiren işlevsel birimine .... denir.
5. Böbreğin öz bölgesinde .... bulunur.
6. Glomerulustaki kanda bulunan kan hücreleri, ... ve .... Bowman kapsülüne geçemez.
7. Kan basıncı ile Bowman kapsülüne geçemeyen zararlı maddeler, salgılama ile .... yapılarak nefron kanalcıklarına verilir.
8. Böbrek kanalcıklarında suyun geri emilmesini sağlayan .... hormon, hipofiz bezinden salgılanır.
9. Sağlıklı insanların idrarında .... ve .... bulunmaz.
10. Vücut sıvılarının pH, su ve iyon değerlerinin belirli sınırlar içinde tutulmasına .... denir.

C. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Böbrek atardamarı hem oksijen hem de üre bakımından zengindir. (......)
2. Azotlu bir atık ürün olan üre, böbrekler tarafından oluşturularak idrarla dışarı atılır. (......)
3. Nefronlar glomerulus ve Bowman kapsülünden oluşur. (......)
4. İdrarın ilk toplandığı yer havuzcuktur. (......)
5. Böbrek taşlarının oluşumunda yalnızca genetik faktörler rol oynar. (......)
6. Kan basıncı ile süzülme hızı birbiriyle ters orantılıdır. (......)
7. Boğaz enfeksiyonları tam olarak tedavi edilmediğinde böbreklerde iltihaplanmaya neden olabilir. (......)
8. Böbreklerin işlevini yitirmesi durumunda kandaki atık maddeler diyaliz makinesinden süzülerek vücuttan atılır. (......)
9. Glomerulus kılcalları, böbrek atardamarı ile böbrek toplardamarı arasında bulunur. (......)
10. Henle kulpunda suyun geri emilimi aktif taşıma ile gerçekleşir. (......)

Ç. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Glomerelus kılcallarındaki kan ile Bowman kapsülünde bulunan sıvı, aşağıda belirtilen maddelerden hangisinin olmayışı ile birbirinden ayrılır?

A) Amino asit
B) Kan proteinleri
C) Glikoz
D) Üre
E) İnorganik tuz

2. Aşağıda, böbreğe ait bazı yapılar numaralandırılarak verilmiştir.

I. Proksimal tüp
II. Henle kulpu
III. Distal tüp
IV. Böbrek toplardamarı

Bu yapılardan hangilerinde üre yoğunluğu en yüksek değerdedir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve IV E) II ve IV

3. Aşırı deniz suyu yutan bir kimsede aşağıda belirtilen olaylardan hangisi gerçekleşmez?

A) Kanın osmotik basıncı artar.
B) Kandaki tuz miktarı yükselir.
C) Hipofizden salgılanan ACTH miktarı azalır.
D) Aldosteron hormon miktarı artar.
E) Doku hücreleri su kaybeder.

4. Aşağıda böbrek atardamarındaki kanda bulunan bazı maddeler verilmiştir.

I. Na^+
II. Glikoz
III. Protein
IV. Amino asit
V. Akyuvar

Buna göre bu maddelerden hangileri nefron kanallarından tamamen geri emilirken hangileri nefron kanallarına geçen süzüntü içinde bulunmaz?

	Süzüntüde bulunmayan	Tamamen geri emilen
A)	III ve V	II ve IV
B)	I, III ve V	II ve IV
C)	IV ve V	II
D)	III ve IV	I ve V
E)	II ve III	IV ve V

5.
I. Glikoz
II. Amino asit
III. Üre
IV. Na^+ ve Cl^-
V. Amonyak

Yukarıda verilen maddelerden hangilerinin boşaltım kanallarından geri emilimi, aktif taşıma ile gerçekleşmez?

A) II ve IV B) I ve V C) III ve V
D) I ve IV E) II, III ve IV

6. **Böbrek hücreleri oksijensiz kaldığında;**

I. Süzülme
II. Geri emilme
III. Salgılama

olaylarından hangilerini kesinlikle gerçekleştiremez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

7. Hipofiz bezinden salgılanan ADH, boşaltım kanallarından suyun geri emilimini sağlar.

Buna göre ADH yetersizliğinde;

I. Vücuttan su kaybı artar.
II. Kanın osmotik basıncı yükselir.
III. İdrar yoğunlaşır.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve II
D) I ve III E) II ve III

8. İnsanın fazla miktarda su kaybetmesine bağlı olarak gerçekleşen olaylar aşağıda belirtilmiştir:

I. Hipofizin arka lobundan ADH salgılanması
II. İdrar toplama kanalının suya geçirgenliğinin artması
III. Kanın osmotik basıncının artması
IV. Suyun geri emiliminin artması

Buna göre belirtilen olayların gerçekleşme sırası aşağıdaki seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I, II, III, IV
B) IV, I, II, III
C) III, IV, II, I
D) III, II, I, IV
E) III, I, II, IV

9. I. Kan basıncının artması
II. Terleme
III. Aldosteron miktarının artması

Yukarıda belirtilen olaylardan hangileri idrar oluşumunu artıran etkenlerdir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) II ve III

10. Aşağıda homeostazinin sağlanmasında etkili bazı olaylar verilmiştir:

I. Kandaki CO_2'in HCO_3^- iyonu şeklinde taşınması
II. HCO_3^- iyonlarının sodyumla birleştirilerek vücuttan uzaklaştırılması
III. Amino asit ve glikozun tümünün nefron kanalcıklarından geri emilmesi
IV. H^+ iyonlarının NH_3 ile birleşerek NH_4^+ iyonunu oluşturması
V. Kanda eşik değerin üzerindeki maddelerin geri emilmeyip idrarla dışarı atılması

Buna göre verilenlerden hangileri sağlıklı bir insanın böbreği tarafından gerçekleştirilir?

A) I, II ve III
B) II, III ve IV
C) III, IV ve V
D) II, III, IV ve V
E) I, II, III, IV ve V

7. BÖLÜM: Üreme Sistemi ve Embriyonik Gelişim

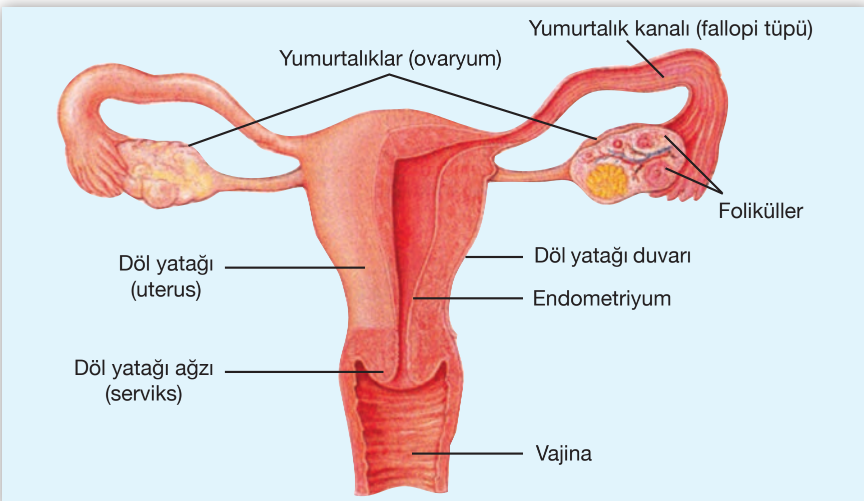
Bu bölümde üreme sisteminin yapısını, görevini, işleyiş mekanizmasını ve üreme sisteminin sağlıklı yapısının korunması için yapılması gerekenleri öğreneceksiniz.

11.1.7.1. Üreme Sisteminin Yapı, Görev ve İşleyişi

İnsanlarda üreme sistemi yapısal ve işlevsel olarak farklı özellikler içerir. Üreme sisteminin uyarılması ve kontrolü, beyinde bulunan hipotalamus ile hipofiz bezinden salgılanan hormonlarla düzenlenir. İnsanda üreme sistemi dişi ve erkek üreme sistemi olarak iki grupta incelenir.

A. Dişi Üreme Sistemi

Dişi üreme sistemi; yumurtalık (ovaryum), yumurta kanalı (fallopi tüpü), döl yatağı/rahim (uterus), döl yatağı ağzı/rahim ağzı (serviks) ve vajinadan oluşur (Görsel 7.1).



Görsel 7.1: İnsanda dişi üreme sistemi

Yumurtalık: Vücudun ön kısmında, karın boşluğunun altında sağ ve sol tarafta yer alan bir çift organdır. Yumurtalık içinde çok sayıda folikül kesesi vardır. Foliküllerde ergenlik döneminin başlamasıyla birlikte her ay ikincil oosit denilen hücre oluşur. Yumurtalıklar aynı zamanda hormon üreterek iç salgı bezi olarak da görev yapar.

Yumurta Kanalı: Her yumurtalık, yumurta kanalı ile döl yatağına bağlanır. Yumurta kanalının ucu kirpikli huni şeklindedir. Bu yapı yumurtalıktan bırakılan ikincil oositin yumurta kanalına geçişini sağlar. Kanalın uzunluğu 10-14 cm kadardır. Folikülde oluşturulan ikincil oosit, döl yatağına yumurta kanalı ile taşınır. Kanalın içindeki sillerin hareketi bu hücrenin taşınmasına yardımcıdır. İkincil oositin sperm tarafından döllenmesi de yumurta kanalında olur. Döllenen ikincil oosit (zigot) ilk mitoz bölünmelerini yumurta kanalında gerçekleştirir.

Döl Yatağı: Karın boşluğunun alt bölgesinde ve idrar torbasının arkasında yer alır. Bir yumruk büyüklüğünde ve tektir. Döl yatağının çeperi düz kaslardan oluşmuştur. İç yüzeyi ise bol kan damarlı ve mukus salgılayan endometriyum denilen örtü ile kaplanmıştır. Embriyo burada büyür ve gelişir. Doğum sırasında döl yatağı kaslarının kasılması, bebeğin dışarı itilmesini ve doğumun gerçekleşmesini sağlar.

Serviks: Vajinayı döl yatağına bağlayan bölgedir.

Vajina: Kaslı bir tüp şeklinde olup döl yatağının dışarıya açıldığı ve doğumun olduğu kanaldır. Vajina ile üretranın (idrar boşaltım kanalı) bağlantısı yoktur. Dişilerde yumurta kanalı ile idrar kanalı ayrı açıklıklarla dışarıya açılır.

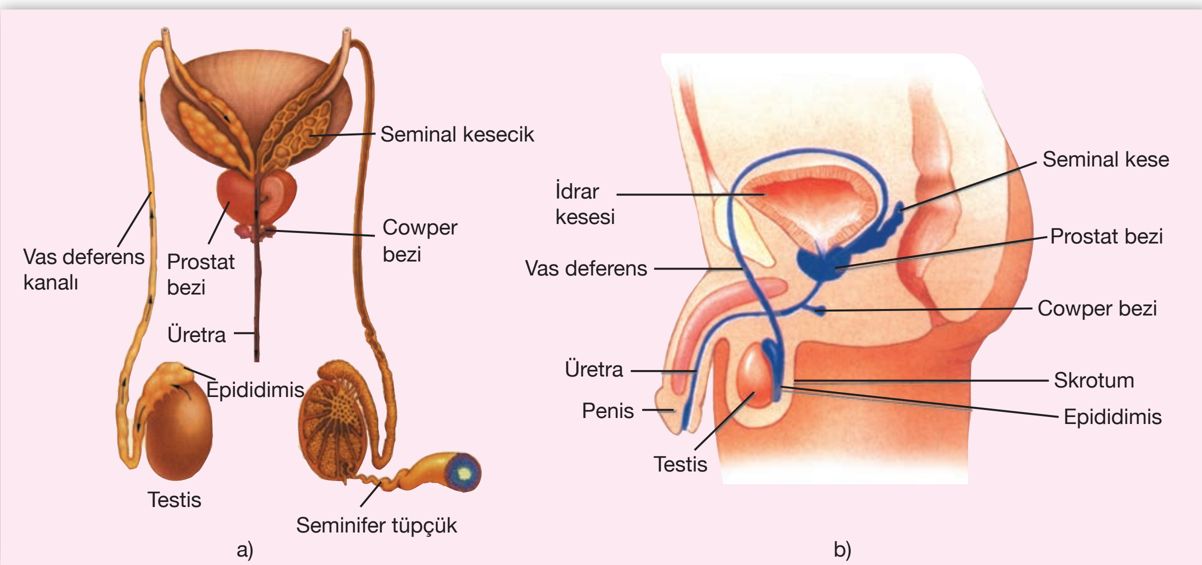
B. Erkek Üreme Sistemi

Erkeklerde üreme sistemi testisler, yardımcı bezler ve erkek eşey organından (penis) oluşur.

Testisler: Erkek eşey bezleri olan testisler bir çifttir. Embriyo döneminde karın boşluğunda bulunan testisler, karın boşluğunun sıcaklığı, spermlerin gelişmesi için uygun olmadığından (Sperm gelişimi için en uygun sıcaklık 33°C'tur.) doğumdan önce ya da hemen sonra vücut dışında bulunan ve **skrotum** denilen kese içine inerler. Her bir testiste yaklaşık 1000 kadar **seminifer tüpçük** bulunur. Bu yapılarda iki tip hücre grubu yer alır. Bunlar, **sperm ana hücreleri** (spermatogonyum) ve **sertoli** hücreleridir. Sperm ana hücrelerinde mayoz ile sperm hücreleri oluşturulur. Sertoli hücreleri FSH (Folikül uyarıcı hormon) reseptörü içerir ve spermlerin beslenmesinde, desteklenmesinde rol oynar. Seminifer tüpçüklerin arasında bulunan **Leydig** hücreleri ise erkek eşey hormonu olan **testosteron** salgılar. Testislerde oluşturulan spermler, seminifer tüpçüklerin devamı olan **epididimis** kanalında olgunlaşarak hareket ve dölleme yeteneği kazanır. Epididimis, **vas deferens** denilen sperm kanalına bağlanır. Spermler bu kanalda dölleme yeteneğini yitirmeden uzun süre kalabilir.

Yardımcı Bezler: Spermlerin canlı kalması, dişi üreme sistemine taşınması, 24-48 saat beslenmesi ve korunması yardımcı bezler tarafından oluşturulan seminal sıvı ile sağlanır. Yardımcı bezler; idrar kesesinin alt bölgesinde yer alan **prostat bezi**, **Cowper (Kovpır) bezi** ve **seminal kesecik**lerdir (Görsel 7.2.a).

Erkek Eşey Organı (Penis): Spermlerin vücut dışına bırakılmasını sağlayan eşey organıdır. Spermleri depolayan vasdeferans kanalı, boşaltım kanalı ile birleştiğinden spermler ve idrar, penis aracılığı ile aynı açıklıktan vücut dışına atılır (Görsel 7.2.b). Spermlerin atılımı sırasında prostat bezini çevreleyen kaslar kasılarak idrar yolunu kapatır. Böylece spermlerin vücut dışına atılımı sırasında idrar çıkışı önlenir.



Görsel 7.2: a) Yardımcı bezler, b) İnsanda erkek üreme sistemi

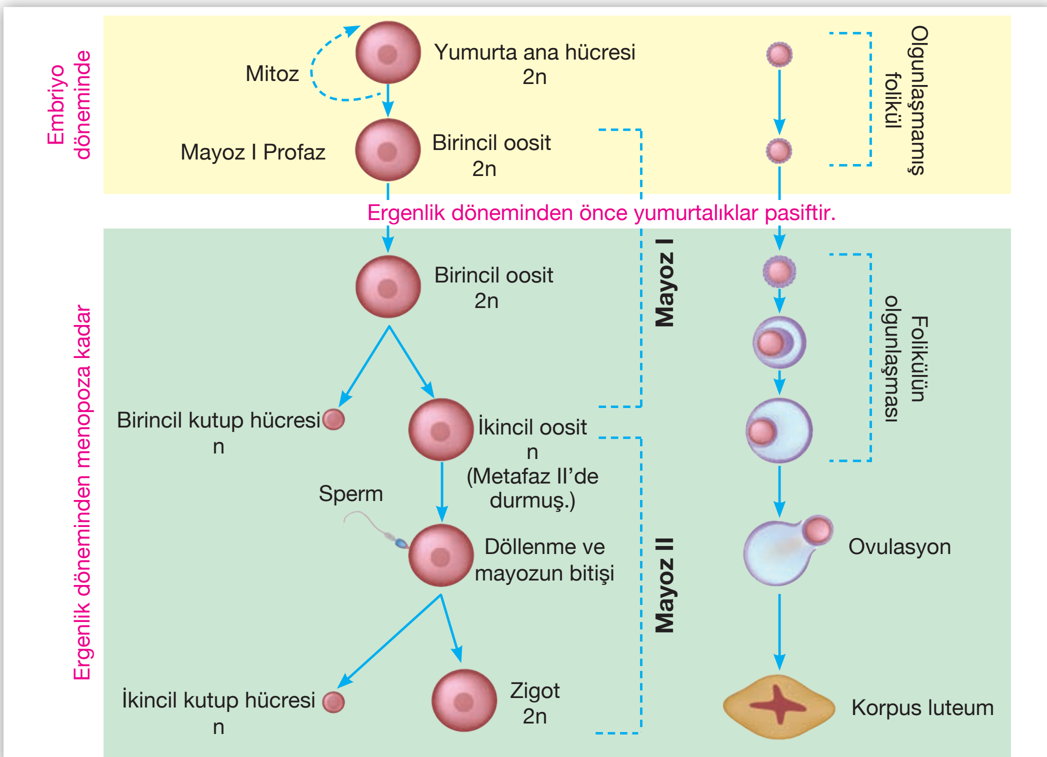
C. Dişi ve Erkek Üreme Hücrelerinin Oluşumu

Üreme hücrelerinin oluşumu dişilerde oogenez, erkeklerde spermatogenez ile gerçekleşir.

1. Oogenez

Dişilerin yumurtalıklarında yer alan folikül içindeki yumurta ana hücresinden (oogonium) mayoz ile yumurta hücresinin oluşmasına **oogenez** denir.

Dişi bireyin embriyonal gelişimi sırasında yumurta ana hücreleri mitozla çoğalır. Oluşan hücrelerde mayoz başlar. Ancak bölünme, profaz I evresinde kalır. 2n kromozomlu olan bu hücrelere **birincil oosit** denir. Bireyin ergenlik dönemine girmesiyle oluşan hormonal değişimle birlikte birincil oosit mayoz I'i tamamlar ve mayoz II evresine başlar. Mayoz II ise metafaz evresinde durur. Bu evredeki büyük hücreye ikincil oosit denir. İkincil oosit hormonların etkisi ile yumurtalıktan fallopi tüpüne aktarılır, ancak döllenme gerçekleşirse mayoz tamamlanır. Mayoz II'nin tamamlanmasıyla ikincil oositten oluşan hücre ootit adını alır. Ootit farklılaşarak yumurtayı (ovum) oluşturur. Oogenez sırasında oluşan küçük hücreler ise kutup hücresi olarak adlandırılır ve bu hücreler daha sonra kaybolur (Görsel 7.3).



Görsel 7.3: Yumurta hücresinin oluşumu ve döllenme

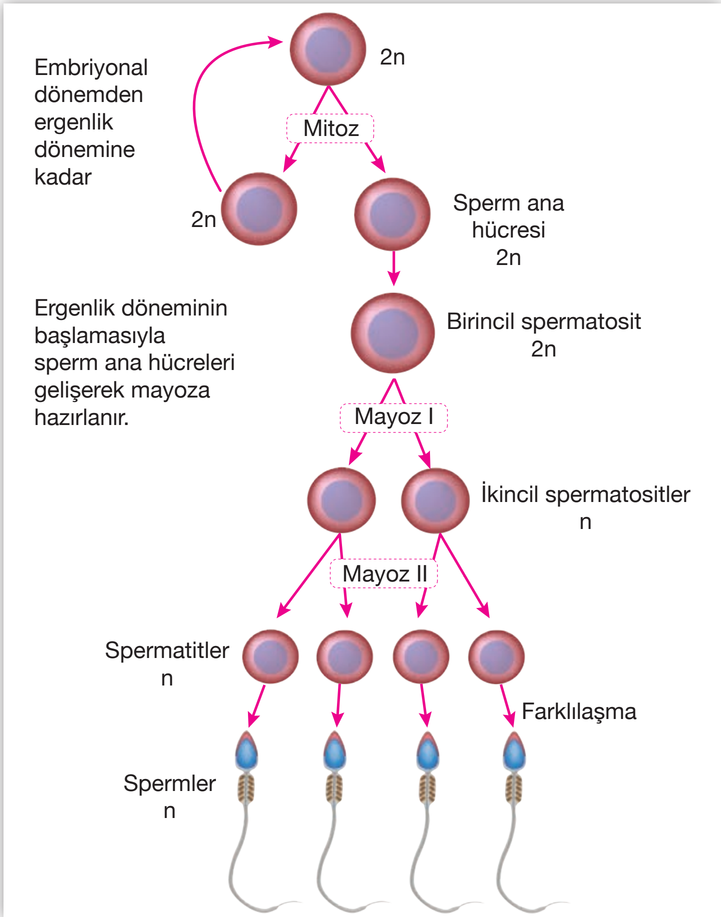
İnsanın yumurta hücresi bol sitoplazmalı, yaklaşık 150 mikron büyüklüğünde ve hareketsizdir. Memelilerde yumurta hücresi, folikül hücrelerinin farklılaşması ile oluşan ve **zona pellusida** denilen jel benzeri bir örtü ile çevrilidir. Bu örtünün altında yumurta zarı bulunur. Yumurta zarı, memeli gruplarında protein, glikoprotein veya polisakkarit yapıda olabilir. Yumurtayı çevreleyen bu örtüler türe özgüdür. Bu durum yumurtanın farklı türe ait bir sperm ile döllenmesini önler.

2. Spermatogenez

Erkek eşey bezleri olan testislerin seminifer tüpçüklerinde bulunan sperm ana hücrelerinde, sperm hücrelerinin mayoz ile üretilmesine **spermatogenez** denir.

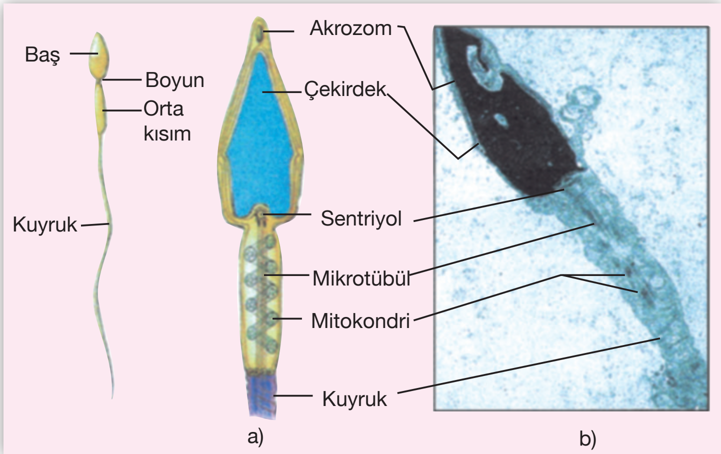
Sperm ana hücreleri, embriyonal dönemden başlayarak ergin döneme kadar mitoz ile çoğalır. Bireyin ergenlik dönemine girmesiyle beraber sperm ana hücreleri gelişerek mayoza hazırlanır.

Mayoza hazırlanan hücreler **birincil spermatosit** adını alır. Birincil spermatositlerin mayoz I'i tamamlamasıyla haploit (n) kromozomlu iki hücre oluşur. Bu hücreler **ikincil spermatosit** olarak tanımlanır. Bu hücrelerden Mayoz II sonunda dört tane **spermatit** denilen haploit hücre oluşur. Leydig hücrelerinden salgılanan testosteron hormonu spermatitlerin farklılaşmasını ve dölleme özelliğine sahip sperm hücrelerinin gelişmesini sağlar. Aynı zamanda erkeğe özgü ikincil eşey özelliklerin (sakal ve bıyık çıkması, ses kalınlaşması, kas gelişimi vb.) ortaya çıkmasında etkili olur. Sperm üretimi ergenlik döneminde başlar ve ileri yaşlarda miktarı azalsa da yaşam boyu devam eder (Görsel 7.4).



Görsel 7.4: Sperm hücrelerinin oluşumu

Erkek üreme hücresi olan spermler baş, boyun, orta kısım ve kuyruk olmak üzere dört bölümden oluşur (Görsel 7.5). Baş kısmında akrozom ve çekirdek bulunur. Akrozom, sindirim enzimleri içeren kısımdır. Bu enzimler ikincil oosit zarının eritilmesinde kullanılır. Böylece sperm çekirdeği, ikincil oosit içine girer ve çekirdek birleşmeleri olur. Boyun bölgesindeki sentrozomlar ise kuyruğun yapısında bulunan mikrotübülleri oluşturur. Kuyruk, spermin sıvı

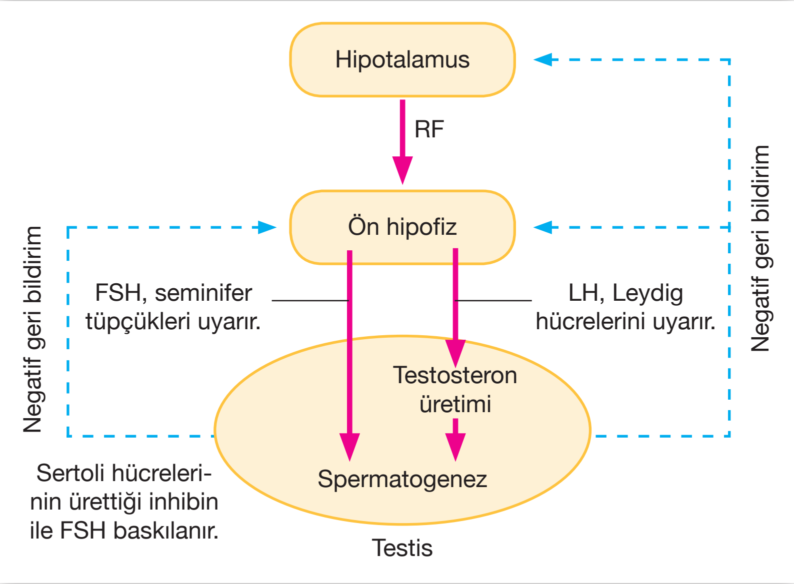


Görsel 7.5: Sperm hücresinin a) Şematik, b) Elektron mikroskobundaki görüntüsü (0,5 µm)

içinde aktif hareketini sağlar. Bu hareket için gerekli olan enerji ise orta kısımda yoğun olarak bulunan mitokondrilerde üretilir.

Erkek üreme sisteminin hormonal denetimi hipotalamus, hipofiz ve eşey bezlerinden salgılanan hormonlar ile sağlanır.

Hipotalamusun RF (Releasing Faktör = salgılatıcı faktör) salgısı ile uyarılan hipofiz, FSH (folikül uyarıcı hormon) salgılar. FSH, seminifer tüpçüklerini uyararak spermatogenezi başlatırken LH (lüteinleştirici hormon) salgısı spermatogenezin tamamlanmasını sağlar. Aynı zamanda testislerdeki Leydig hücrelerini testosteron hormonu salgılaması için uyarır. Testosteron hormonunun kanda belirli bir düzeyi aşması hipotalamus için uyarıcı olur ve RF salgısı azalır. Hipofiz de LH salgısını azaltır (negatif geri bildirim). Böylece testosteron hormonunun kandaki seviyesi düzenlenir. FSH, kanda belirli bir düzeyi aştığında ise Sertoli hücrelerinin ürettiği inhibin hormonu, hipofiz bezine negatif geri bildirim uygular ve FSH miktarı azalır (Görsel 7.6).



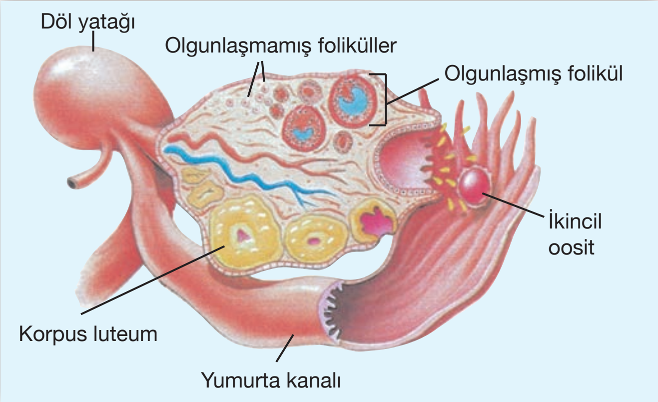
Görsel 7.6: Erkekte üreme sisteminin hormonal denetimi

Ç. Menstrual Döngü (Âdet Döngüsü)

Dişilerde yumurta üretiminin kesilmesine (menopoz) kadar folikülde her ay birincil oosit mayoz I'i tamamlayarak ikincil oosite dönüşür. İkincil oositin oluşumu sırasında döl yatağında bazı değişimler gerçekleşir. Hormonların etkisine bağlı olarak gelişen ve 28-32 günde bir tekrar eden devirsel döl yatağı değişikliklerine **menstrual döngü** denir.

Menstrual döngü **folikül**, **ovulasyon**, **korpus luteum** ve **menstrüasyon** evreleriyle tamamlanır.

Folikül Evresi: Yumurtalıkta, çok sayıdaki foliküllerden biri gelişir, büyür ve içi sıvı ile dolar. Folikül gelişirken içindeki ikincil oosit olgunlaşarak döllenme yeteneği kazanır ve yumurtalık yüzeyine gelir (Görsel 7.7).



Görsel 7.7: Olgunlaşan folikülde ikincil oositin yumurtalık yüzeyine gelerek yumurta kanalına geçmesi

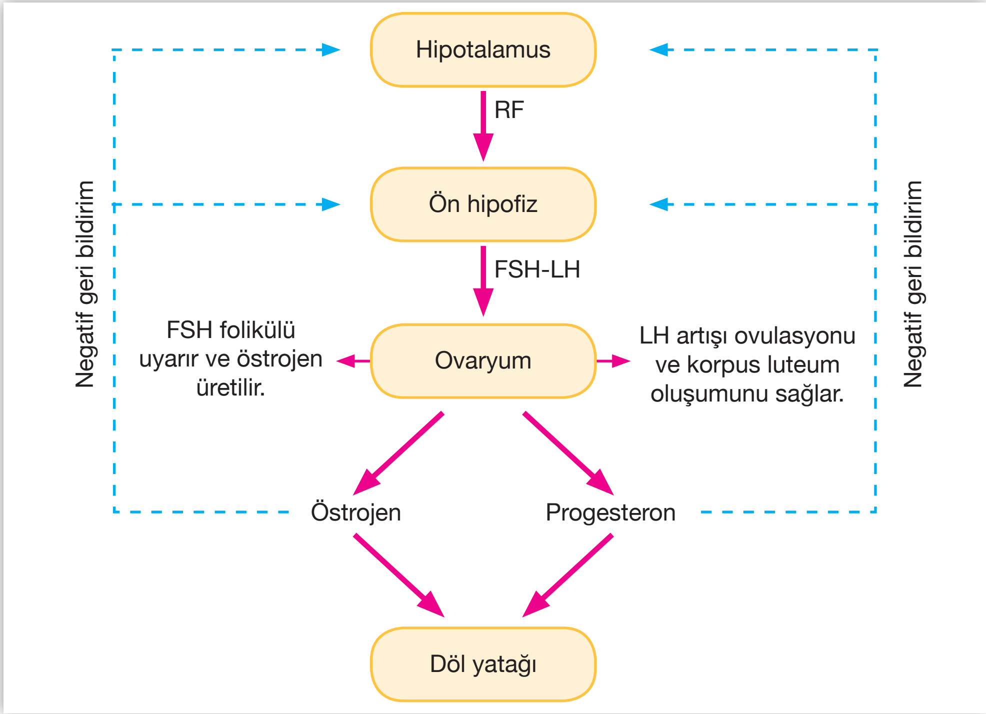
Folikülde bu değişimlerin gerçekleşmesi, hipotalamus tarafından üretilen RF salgısının kan yoluyla hipofiz bezini uyarmasıyla

başlar. Uyarılan hipofiz bezinden FSH ve LH salgılanır. FSH, folikül hücrelerinin olgunlaşmasını sağlar. Olgunlaşan folikül hücrelerinden bazıları östrojen hormonu salgılar. Östrojen, döl yatağındaki endometriyum tabakasında mitozu hızlandırır. Yumuşak dokuların ve salgı bezlerinin gelişmesini sağlar. Mukus salgısı artırılır ve kan damarları genişler. Böylece embriyonun döl yatağında gelişimi için uygun bir ortam hazırlanır.

Eğer östrojen hormonunun kandaki düzeyi belirli bir değeri aşarsa hipofizin FSH salgısı azalırken (negatif geri bildirim) LH salgısı artar (pozitif geri bildirim). Böylece östrojen hormonunun kandaki aşırı artışı önlenir. Östrojen hormonunun başka bir görevi de dişiye özgü ikincil eşey özelliklerin ortaya çıkışını sağlamaktır. Folikül evresi yaklaşık olarak 10-14 gün sürer.

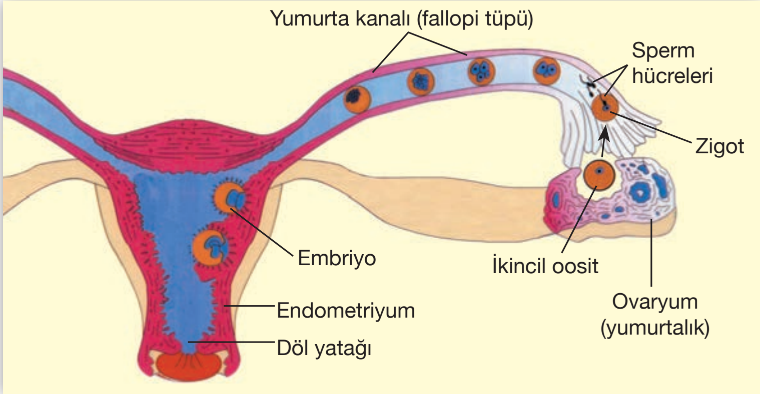
Ovulasyon Evresi: Yumurtalığın yüzeyine gelen folikül çatlar ve ikincil oosit, yumurtalıktan yumurta kanalına geçer. **Ovulasyon** denen bu olay, hipotalamusun RF salgısı ile hipofizi uyarması sonucunda hipofiz bezinden salgılanan LH ile kontrol edilir. Foliküden salgılanan östrojenin artması hipofizin LH salgısını artırır (pozitif geri bildirim). LH, kanda en yüksek değerine ulaştığında ovulasyon gerçekleşir. Bu olay, menstrüasyon döngüsünün ortalarına rastlar ve yumurta kanalına geçen ikincil oosit döllenmeye hazırdır.

Korpus Luteum Evresi: Parçalanan folikül hücrelerinin hormonların etkisiyle sarı renkli yağ damlacıkları taşıyan **korpus luteum** denen yapıya dönüştüğü evredir. Korpus luteum, embriyo gelişiminde etkilidir ve ovulasyonun başlangıcından menstrüasyona kadar 10-14 gün sürer. Korpus luteumdan çok miktarda progesteron, az miktarda östrojen salgılanır. Bu hormonların kandaki seviyeleri geri bildirim olayı ile kontrol edilir. Örneğin, korpus luteumdan salgılanan progesteron hormonunun kanda artması hipofizin FSH ve LH salgısını azaltır (Görsel 7.8).



Görsel 7.8: Dişide üreme sisteminin hormonal denetimi

Progesteronun etkisiyle endometriyumda östrojen hormonu ile başlayan değişim devam ettirilir. Kan damarları genişler, mukus salgısı artar ve endometriyum kalınlaşarak süngerimsi bir yapı kazanır. Yumurta kanalına geçen ikincil oositin döl yatağına gelmesi ortalama dört gündür. İkincil oositin, yumurta kanalından geçerken spermle karşılaşırsa döllenir ve ilk bölünmelerini yumurta kanalında geçirir. Oluşan embriyo, döl yatağına gelir ve endometriyuma yerleşerek gelişir (Görsel 7.9). Korpus luteum, LH etkisi ile gebeliğin 5. ayına kadar bozulmadan kalır. Böylece östrojen ve progesteron hormonlarının kandaki miktarları korunur. Gebeliğin 5. ayından sonra ise plasenta, progesteron salgılamaya devam eder. Embriyonun döl yatağına tutunması ve gebeliğin devamı progesteron hormonu ile sağlanır. Kanda progesteronun yeter miktarda olmaması gebeliğin sonlanmasına neden olur.



Görsel 7.9: Yumurta kanalında oluşan zigotun mitozla hücre sayısını artırması ve oluşan embriyonun endometriyuma tutunması

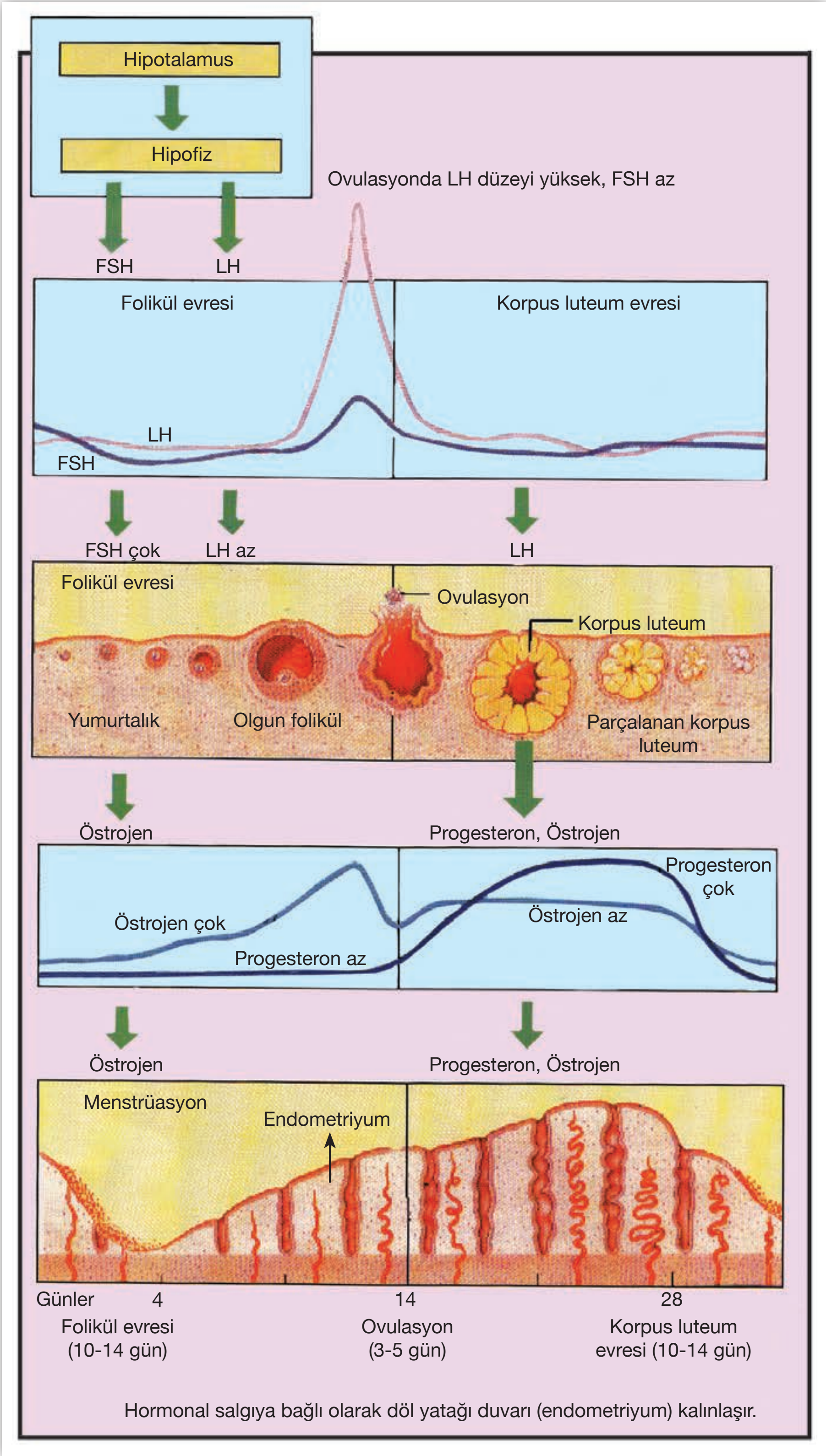
Menstrüasyon Evresi: Eğer ikincil oosit, yumurta kanalından geçerken döllenme gerçekleşmezse kandaki LH, östrojen ve progesteron seviyeleri düşer. Döl yatağının kalınlaşmış dokuları parçalanır ve ikincil oosit bir miktar kan ile birlikte vajinadan dışarı atılır. Ortalama 3-5 gün süren bu evreye **menstrüasyon** denir. Menstrüasyon evresinde yumurtalıkta folikül gelişimi yeniden başlar ve menstrual döngü aynen tekrar eder (Görsel 7.10).

Ergenin beslenmesi, çalışma yoğunluğu, ruhsal durumu, hastalıkları, yolculuk, iklim değişiklikleri gibi etkenler nedeniyle menstrüasyon döngüsünde değişmeler olabilir. Ergenliğin başlangıcında genel olarak kanamalar düzensizdir. Ancak birkaç yıl içinde düzelir.

Menstrüasyon sürecinde hijyen son derece önemlidir. Bu dönemde her gün ılık su ile banyo yapılmalıdır. Kullanılan pedler sık sık değiştirilmelidir. Ayrıca iç çamaşırların pamuklu kumaştan olmasına ve her gün değiştirilmesine dikkat edilmelidir. Dar ve sentetik çamaşırlar, tenin hava ile temasını önler ve terleyerek kötü kokuların oluşmasına neden olur. Bu dönemde özellikle şekerli gıdalardan uzak durulmalıdır. Çünkü şeker mikroorganizmaların üremesini artırır. Menstrüasyon evresinde idrara çıkarken yanma, genital bölgede uzun süreli kaşınma, akıntı gibi rahatsızlıklar görülürse mutlaka bir sağlık kuruluşuna gidilmelidir.

✓ Bilelim

Yeni doğmuş bir kız çocuğunun her iki yumurtalığında toplam 300.000 kadar profaz I evresinde kalmış birincil oosit denilen hücreler bulunmaktadır. Bunların büyük bir kısmı ergenlik dönemine kadar yok olur. Ergenlikten başlayarak birincil oositler her ay mayoz I'i tamamlayarak ikincil oositlere dönüşür. Böylece birincil oositlerin ergenlik çağından menopoz devresine kadar ancak 300-500 tanesi kullanılabilir.



Görsel 7.10: Menstrual döngüde hormonal düzenleme

D. Kısırlık Nedenleri ve Tedavisinde Uygulanan Bazı Yöntemler

Eşlerin çeşitli nedenlerle çocuk sahibi olamama durumuna **kısırlık** denir. Kadına veya erkeğe bağlı olarak ortaya çıkabilen kısırlık, eşlerin ortak sorunudur ve çoğu zaman tedavi edilebilir.

Kadına ait kısırlık nedenleri arasında; yumurta kanalının tıkalı olması, üreme sistemini düzenleyen hormonların yetersizliği, üreme sistemi enfeksiyonları, üreme organlarında doğuştan gelen gelişim bozuklukları, döl yatağı içinde oluşan miyom ve polipler sayılabilir.

Erkeğe ait kısırlık nedenleri ise üreme organlarında doğuştan gelen bozukluklar, testislerin gelişmemiş olması, yeterli ve sağlıklı spermlerin üretilememesi, testislerin karın boşluğunda kalması, sperm kanallarının tıkalı olması, ergenlik döneminde geçirilen kabakulak ve ateşli enfeksiyonlar, bel soğukluğu hastalığında geciken tedavi sayılabilir. Bilim ve teknolojideki gelişmelere bağlı olarak çocuk sahibi olmak isteyen kişiler için yeni tedavi yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlardan bazıları aşağıda açıklanmıştır.

Aşılama (İnseminasyon): Bu yöntemin uygulanabilmesi için kadının ikincil oosit üretiyor olması ve yumurta kanalının tıkalı olmaması gerekir. Bu yöntem, erkeğin sperm sayısının az ve hareketlerinin yetersiz olduğu durumda uygulanır. Erkekten alınan spermlerin hareketli olanları seçilerek seminal sıvıdan arındırılır. Spermler kadının döl yatağına enjektörle verilerek ikincil oosite kolay ulaşması sağlanır. Aşılama, kadının doğal âdet döneminde yapılacağı gibi, ilaç verilerek ikincil oosit üretmesi sağlanarak da yapılır.

Tüp Bebek (İn vitro Fertilizasyon = IVF): Yumurta kanalı tıkalı ya da hiç bulunmayan kadınların çocuk sahibi olabilmeleri için uygulanan yöntemdir. Bu yöntemde kadın yumurtalığı hormonla uyarılarak çok sayıda ikincil oositleri üretmesi sağlanır. Daha sonra eşlerin her birinden alınan üreme hücrelerinin döllenmesi anne vücudu dışında bir tüp içindeki (in vitro) uygun kültür ortamında gerçekleştirilir. Döllenmeden bir-iki gün sonra embriyo, kadının döl yatağına yerleştirilir. İn vitro ile birçok embriyo geliştirilebilir. Daha sonra kullanılmak amacı ile dondurularak saklanabilir.

Mikroenjeksiyon (ICSI) Yöntemi ile Tüp Bebek: Spermlerin sayısı ve hareketinin yetersiz olduğu, ikincil oosit içine girip döllenmeyi gerçekleştiremediği durumlarda teknolojik olarak uygulanan bir yöntemdir. Bu yöntemde kadından alınan gelişmiş ikincil oosit hücresi, etrafındaki diğer hücrelerden arındırılır. Erkekten alınan sağlıklı bir sperm çekirdeği mikroskop altında mikroenjektör ile ikincil oositin sitoplazması içine enjekte edilir (Görsel 7.11). Bu metot ile ilk gebelik 1992 yılında gerçekleştirilmiştir.



Görsel 7.11: Vakumla tutulan ikincil oositin içine mikroenjektörle sperm çekirdeğinin verilmesi

Bilelim

Yumurtalıkta oluşan ikincil oosit, bazen yumurta kanalına geçemez ve karın boşluğuna düşer. Burada bir sperm ile döllenerek belirli bir evreye kadar gelişir. Bu olay **dış gebelik** olarak tanımlanır. 28.000 gebelikten birinde rastlanan bu durum gerekli önlem alınmazsa anne ölümü ile sonuçlanabilir.

Ülkemizde aile planlaması hizmetleri sağlık ocaklarında, sağlık merkezlerinde, hastanelerin kadın hastalıkları ve doğum bölümlerinde, aile planlaması ve ana-çocuk sağlığı merkezlerinde yürütülmektedir.

11.1.7.2. Üreme Sisteminin Sağlıklı Yapısının Korunması

Sağlıklı üreme sistemine sahip olmak, her şeyden önce kişisel temizlik ile başlar. Erkek ve kadında ürogenital sistemin temizliği, üreme sisteminin sağlığını korumada önemlidir. Üreme sistemi ile ilgili cinsel yolla bulaşan hastalıklar dünyanın pek çok bölgesinde önemli halk sağlığı sorunlarındandır. Cinsel yolla bulaşan hastalıklara AIDS, hepatit B, frengi (sifiliz), bel soğukluğu (gonore), mantar hastalıkları, human papilloma virüs (HPV) ve herpes simpleks virüsü'nün (HSV 2) neden olduğu uçuk örnek verilebilir. Bu tür hastalıklara sahip olan insanların etik davranması, hastalığı ile ilgili bilgilendirmeyi yakın çevresine yapması gerekir.

Hastalıkların müdahale edilmeden kendi hâline bırakılarak ya da gelişigüzel ilaçlar kullanarak tedavi edilebilmesi mümkün değildir (Görsel 7.12). Hastalıklar gizlenirse, ihmal edilirse tedavileri güçleşir ve daha önemli sağlık sorunlarına yol açar. Cinsel yolla bulaşan hastalıkların neden olduğu bazı sonuçlar arasında kadın ve erkekte kısırlık, düşük, yeni doğan bebekte enfeksiyon, dış gebelik, genital organ kanserleri, karaciğer enfeksiyonları ve ciltte yaralar sayılabilir.



Görsel 7.12: İlaç kullanımı doktor kontrolünde olmalıdır.

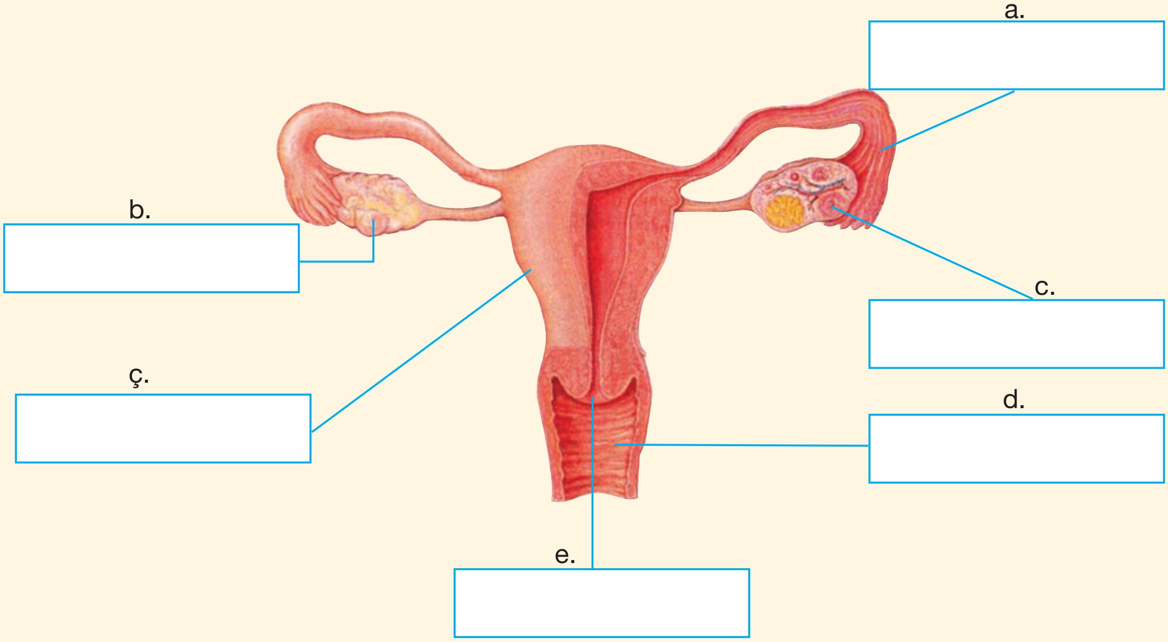
Cinsel yolla bulaşan hastalıklar önemli sağlık problemleri oluşturmanın yanı sıra sosyal ve ekonomik olarak da toplumu olumsuz etkilemektedir.

Bu hastalıklardan korunmada en etkili yöntemler şunlardır:

- Tek eşlilik tercih edilmelidir.
- Kan nakillerinde, verici kanının sağlık kontrolünden geçtiğini belirten belgenin olmasına dikkat edilmelidir.
- Sağlık personelinin kullandığı aletler steril olmalıdır.
- Tıraş bıçağı, diş fırçası, manikür ve pedikürde kullanılan aletlerin kişiye özel olması gerekir.
- Cinsel ilişkide kondom kullanılmalıdır.

Ne Öğrendik

A. Aşağıda şekli verilen dişi üreme sisteminin kısımlarını kutuların içine yazınız.



B. Aşağıda verilen bilgileri kutuların içindeki kelimelerle eşleştiriniz.

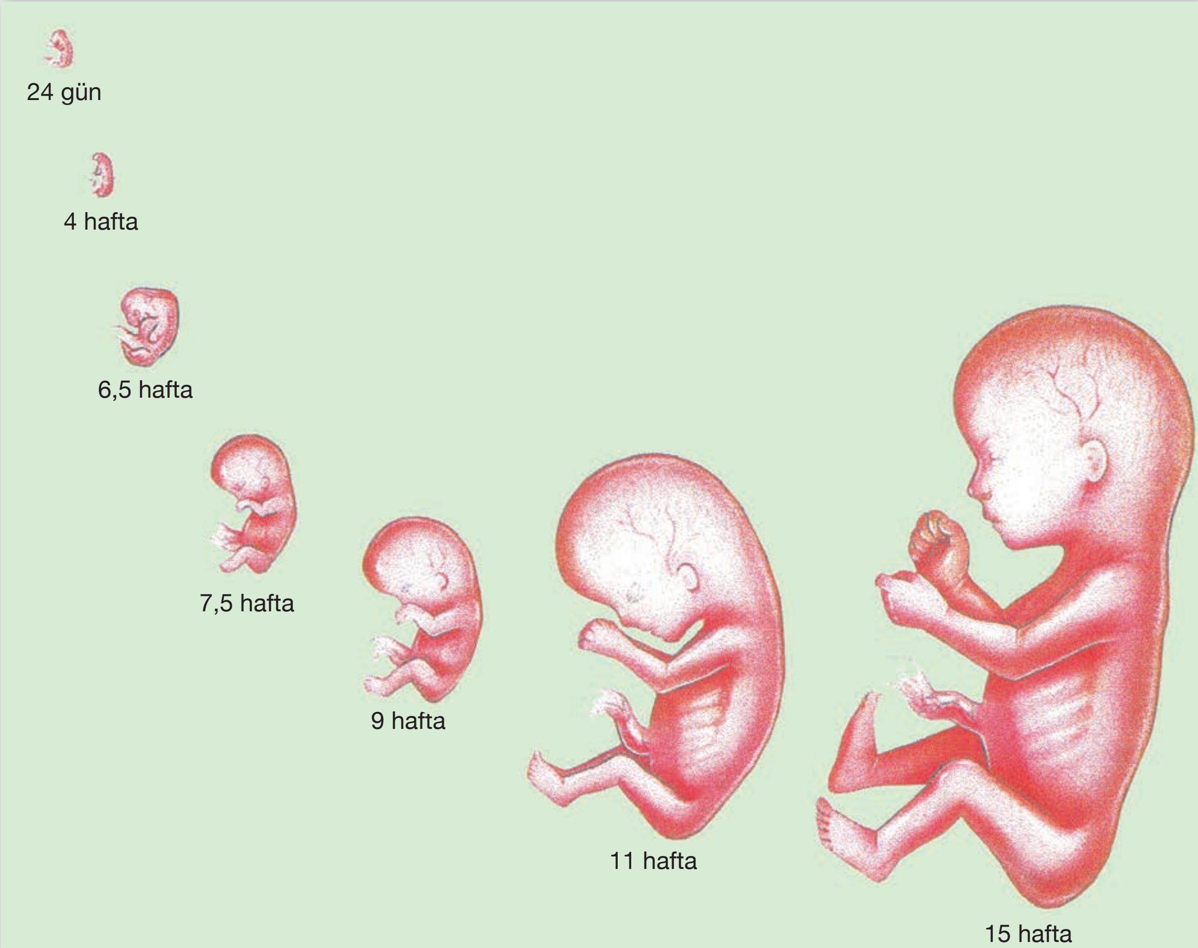
a. Menopoz	b. Zigot	c. Ovum
ç. İn vitro fertilizasyon	d. Seminifer tüpçükleri	e. Leydig
f. Oogenez	g. Menstrüasyon	ğ. Testosteron

1 →
2 →
3 →
4 →
5 →
6 →
7 →
8 →
9 →

1. Erkek üreme sisteminde testosteron salgılayan hücreler.
2. Yumurta hücresi.
3. Üreme hücrelerinin vücut dışında bir tüp içinde döllenmesi.
4. Dişilerde yumurta üretiminin kesilmesi olayı.
5. Dişilerde mayozla yumurta oluşumu.
6. Erkekte ikincil eşey özelliklerin ortaya çıkışında rol oynayan hormon.
7. Döllenmiş yumurta hücresi.
8. Erkek bireyin testislerinde spermlerin oluştuğu yer.
9. İkincil oositin vücut dışına atılması.

10.1.7.3. İnsanda Embriyonik Gelişim Süreci

İnsanda embriyonik gelişim süreci döllenme ile başlar. Normal koşullarda embriyonal gelişim süreci 280 gün, yani 40 haftadır. Bu dönem genel olarak iki evrede tamamlanır. Bu evreler **embriyo** dönemi ve **fetüs** dönemidir (Görsel 7.13).

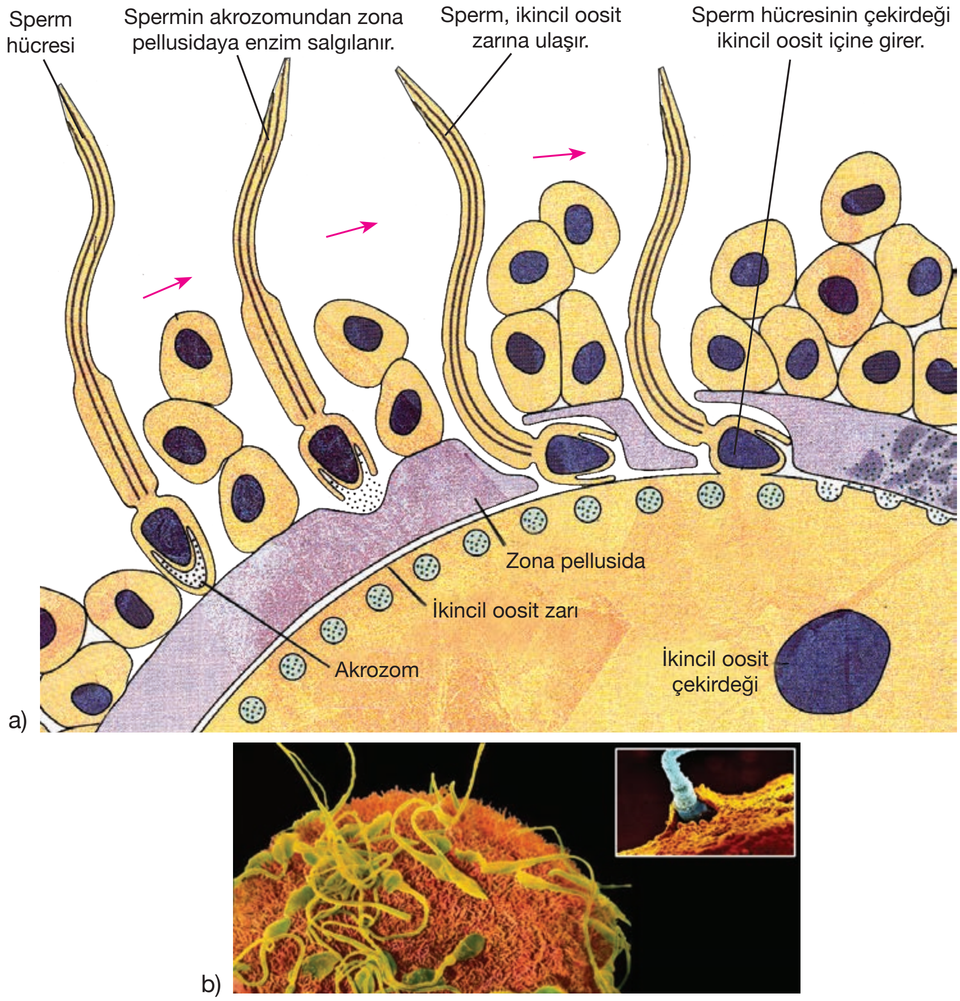


Görsel 7.13: Gelişme periyoduna bağlı olarak bir organizmanın oluşumu

Döllenme (fertilizasyon), aynı türe ait ikincil oosit ve sperm hücrelerindeki haploit (n) çekirdeklerinin birleşmesine denir. Her türün ikincil oositi kendine özgü kimyasal bir madde salgılar. Bu maddeye **fertilizin** denir. Fertilizin, glikoprotein yapıdadır ve spermlerin hareketini artırarak ikincil oosite doğru yönelmesini sağlar. Aynı zamanda spermlerdeki akrozomu da aktifleştirir.

İkincil oositi çevreleyen sperm hücrelerinden bir tanesi ikincil oosit zarı üzerindeki zona pellusidada bulunan reseptöre bağlandığında spermin akrozomundan salgılanan enzimler, zona pellusidayı eriterek ikincil oositin zarı ile sperm zarının birleşmesine yol açar. Böylece sperm çekirdeği ikincil oosit içine girer ve çekirdeğiyle kaynaşır. Çekirdek kaynaşmasından hemen sonra ikincil oositten salgılanan enzimler,

zona pellusidayı sertleştirir. Bu durum ikincil oosite başka bir spermin girmesini önler. Döllenen hücre **zigot** adını alır (Görsel 7.14).



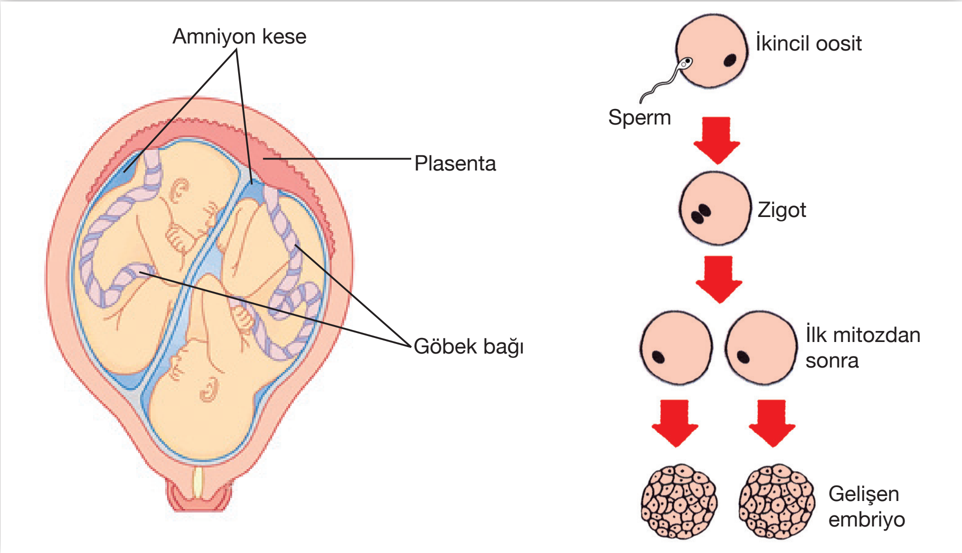
Görsel 7.14: İnsanda bir sperm hücresinin ikincil oosite girişinin a) Şematik, b) Elektron mikroskobundaki görüntüsü (0,5 μm)

Zigot, bir bireyin başlangıç hücresidir ve diploit (2n) kromozomludur. Döllenme sonucu genelde tek embriyo gelişir. Fakat bazen sperm ve ikincil oositin döllenmesinden sonra oluşan zigot, ilk mitozdan hemen sonra ikiye ayrılır. Oluşan iki hücre birbirinden bağımsız olarak mitoz geçirir ve iki embriyo gelişir. Bunlar **tek yumurta ikizi** olarak tanımlanır. Tek yumurta ikizlerinin göz rengi, cinsiyetleri, kan grubu gibi kalıtsal özellikleri birbirinin aynısıdır. Çevre etkisi ile örneğin beslenme faktörüne bağlı olarak boy, kilo ve zekâ gelişimi farklı olabilir.

Bilelim

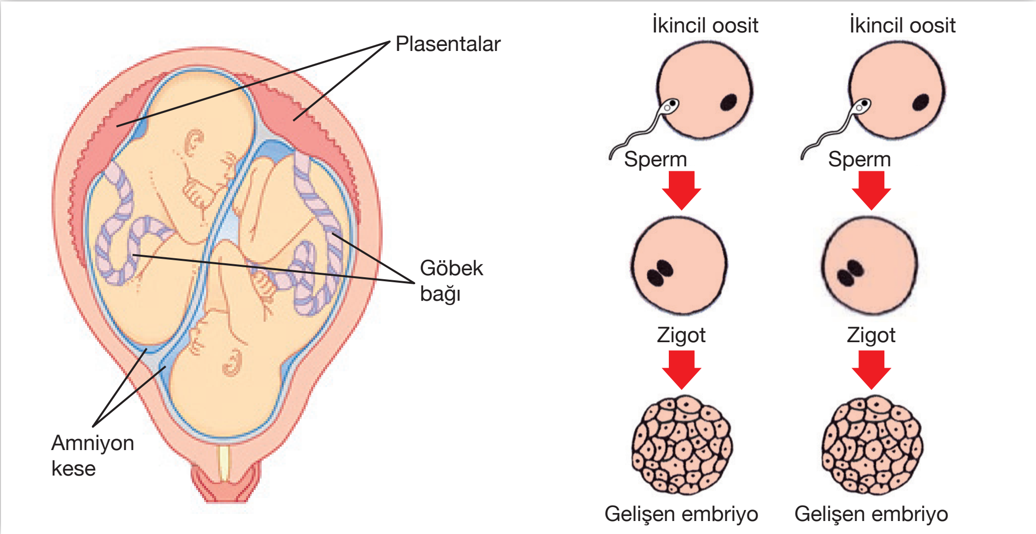
Yumurta kanalına geçen ikincil oositin ömrü insanda 48 saat; dişi üreme sistemine geçen spermin ömrü ise üç gündür.

Tek yumurta ikizleri anne karnında ayrı amniyon kesesi içindedir, ancak anne ve embriyoya ait kan damarlarını içeren ve **plasenta** olarak adlandırılan yapıları ortaktır (Görsel 7.15).



Görsel 7.15: Tek yumurta ikizlerinin oluşumu

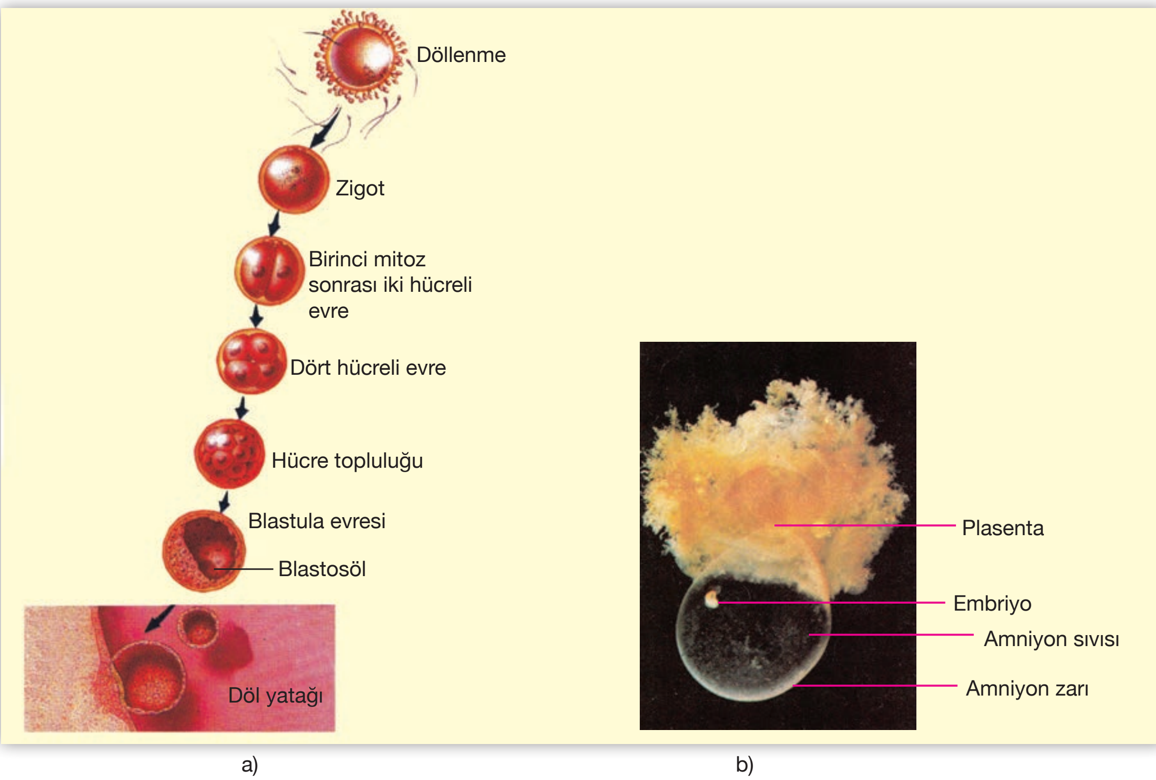
Normalde dişi bireyin yumurtalığında olgunlaşan ikincil oosit, yumurta kanalına geçer. Ancak bazı nedenlerle aynı anda iki adet ikincil oosit olgunlaşabilir ve yumurta kanalına atılır. Farklı genetik yapıdaki iki adet ikincil oosit, farklı genetik yapıdaki iki sperm ile döllenir. Oluşan zigotların gelişmesi sonucu iki embriyo gelişir. Bunlara **ayrı (çift) yumurta ikizi** denir. Genel olarak ayrı yumurta ikizlerinin kan grupları, cinsiyetleri gibi kalıtsal özellikleri farklıdır. Farklı zamanlarda doğan kardeşler kadar birbirlerine benzerler. Anne karnında hem amniyon keseleri hem plasentaları ayrıdır (Görsel 7.16). Çoğul gebelikler kalıtımla ilgili olmakla birlikte hormon tedavisi sonrasında da olabilir.



Görsel 7.16: Çift yumurta ikizlerinin oluşumu

Embriyo dönemi, zigot oluşumundan sonraki ilk sekiz haftalık süredir. Yumurta kanalında oluşan zigot, ilk bölünmelerini burada geçirerek 3-5 günde 50-60 hücreye ulaşır. Bu dönemde, hücre sayısı artarken hücrelerin hacim ve kütlelerinde artış gözlenmez. Zigotun bu şekilde bölünmesine **segmentasyon** denir. Segmentasyon sonucu oluşan hücrelere **blastomer** adı verilir. Blastomerler her bölünmede biraz daha küçülür. Oluşan hücreler, orta kısmı boş bırakacak şekilde içten dışa doğru göç eder. Böylece tek sıra hücre tabakası ile çevrili ve içi sıvı dolu **blastosist** adı verilen bir yapı oluşur. Blastosistlerin içindeki boşluğa **blastula boşluğu** (blastosöl) denir. Embriyonun bu evresi ise **blastula** adını alır.

Bu evrede hücre farklılaşması yoktur. Daha sonra blastula yüzeyinde yer alan hücrelerin bir kısmı blastula boşluğuna doğru göç etmeye başlar. Bu evreye **gastrula** adı verilir. Gastrula evresinden sonra hücrelerin farklılaşmasıyla doku ve organlar oluşmaya başlar. Oluşan embriyo, döl yatağı duvarına yerleşir (**implantasyon**) ve buradaki kılcallardan, tüm yüzeyi ile madde alışverişini gerçekleştirir. Bu dönemde embriyonun etrafını çevreleyen **amniyon zarı** ile en dışta **koryon zarı** oluşur. Amniyon zarının içindeki boşluk, sıvı ile doludur. Bu sıvı **amniyon sıvısı**dır (Görsel 7.17). Sıvı; embriyoyu kurumaktan, ısı değişimlerinden, darbe ve sarsıntılardan korur. Koryon zar ise plasentanın oluşumunda görev alır.

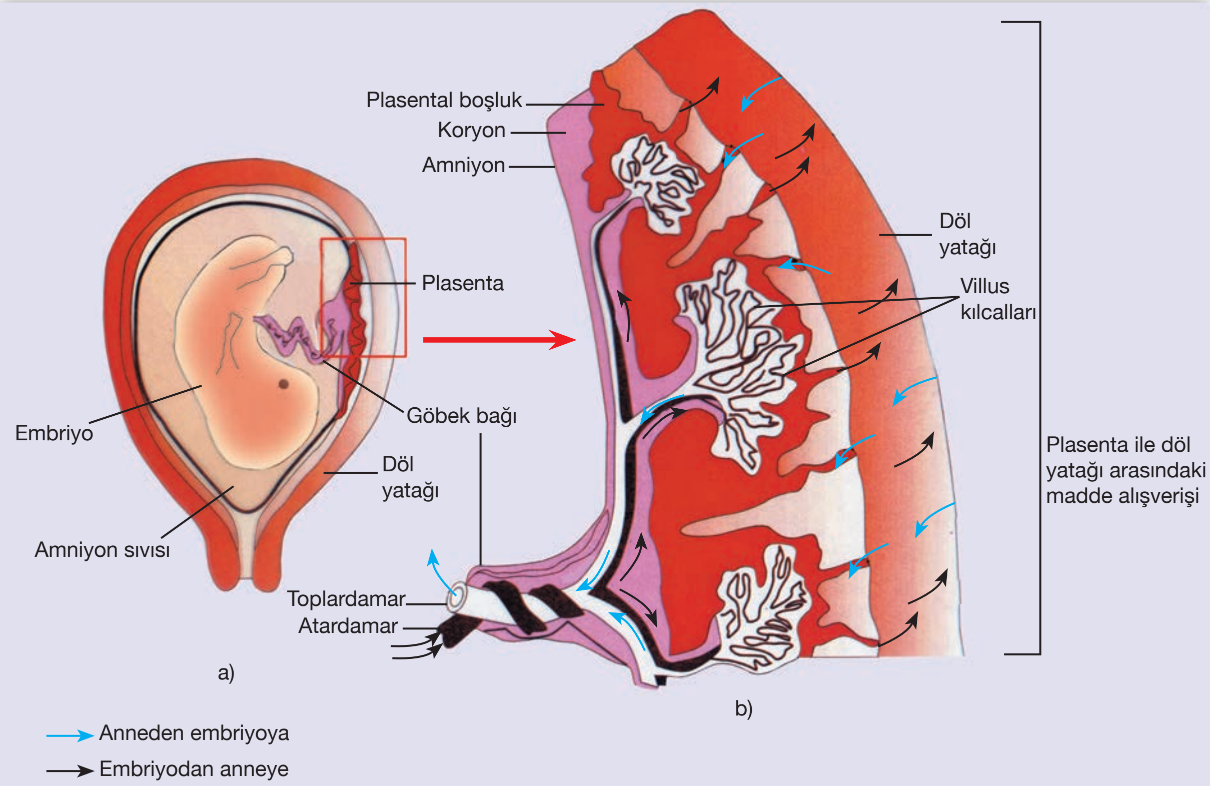


Görsel 7.17: a) Zigotun ilk bölünmeleri ve embriyonun döl yatağına yerleşmesi, b) Ultrasonda embriyo dönemine ait görüntü

Embriyo döneminde, hücrelerin farklılaşmasıyla doku ve organlar oluşmaya başlar. Embriyonun 3 ve 4. haftalarında sinir ve kalp dokusu gelişmeye başlarken 5 ve 6. haftalarda baş ve gövde belirginleşir. 7. haftada kol ve bacakların yerleri belirlenir, başta gözler olmak üzere dudaklar, burun delikleri ve kulaklar şekillenir. 8. haftadan sonra embriyo uyarılara tepki vermeye başlar. Bu dönemde 2,5 cm boyunda, 1 g ağırlığındadır. Dış ve iç etkenlere karşı hassastır. Düşük olayları daha çok bu dönemde görülür.

Embriyo döneminde koryon zarından döl yatağının yumuşak dokularının içine doğru parmak şeklinde **villus** denilen çıkıntılar uzanır. Bu uzantıların döl yatağına değdiği bölge **plasenta** olarak adlandırılır. Daha sonra embriyoyu çevreleyen amniyon zarın kenarları birleşerek plasenta ve embriyo arasında göbek bağını oluşturur. Göbek bağında embriyodan gelen iki atardamar, anneden gelen bir toplardamar bulunur.

Bebeğe ait göbek bağı plasentaya, plasenta ise döl yatağına bağlıdır. Plasenta anneden aldığı besin ve oksijeni göbek bağı aracılığı ile embriyoya iletir. Embriyoda oluşan metabolik atıklar ve CO_2 ise göbek bağı ile plasentadan annenin dolaşım sistemine iletilir (Görsel 7.18). Bu iletim difüzyon ve aktif taşıma ile gerçekleştirilir.



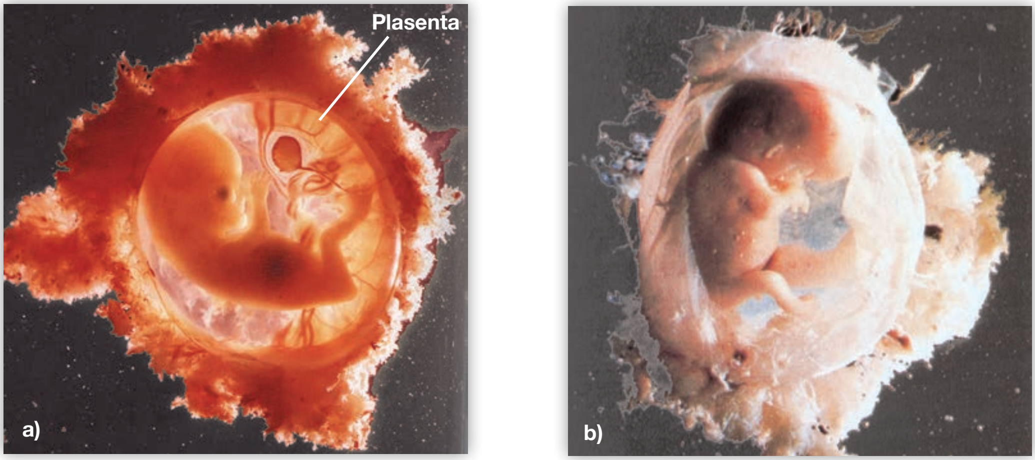
Görsel 7.18: a) Embriyonun döl yatağındaki görünümü,
b) Anne ile embriyo arasındaki madde alışverişinin şematik gösterimi

Bilelim

Plasenta bazı maddeler için (toksik maddeler, annenin aldığı bazı ilaçlar vb.) embriyoya karşı baraj görevi görür.

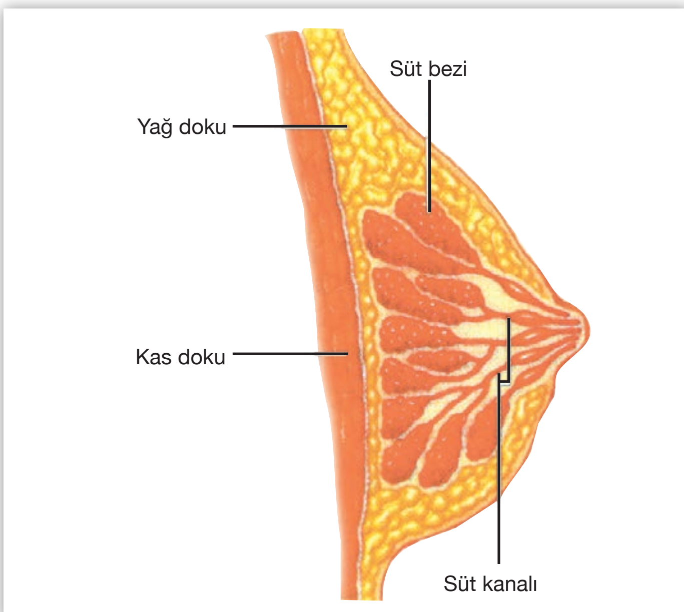
Fetüs dönemi, 8. haftadan doğuma kadar olan süredir. 8. haftadan sonra fetüs hareketlenir. 14-16 haftalık olduğunda anne, fetüsün hareketlerini hisseder. 20. haftada saçlar, tırnaklar çıkmaya başlar. 24 haftalık olduğunda emme hareketleri yapar. 28 haftalık olduğunda akciğerler gelişimini tamamlar ve anne vücudu dışında yaşamaya uygun hâle gelir.

7 aylık fetüsün ağırlığı ortalama 1200 gr, boyu ise 38 cm'dir. Bu dönemin sonunda tüm organlar gelişir ve metabolik görevleri yapabilecek olgunluğa erişir (Görsel 7.19).



Görsel 7.19: a) 8 haftalık, b) 10 haftalık fetüs dönemlerinin ultrason görüntüleri

Gebeliğin sonuna doğru östrojen salgılanması artar. Aynı zamanda hipofizden salgılanan oksitosin hormonu da döl yatağı kasılmalarını artırır. Oluşan bu kasılmalara **doğum sancısı** denir. Sonuçta fetüs vajinadan dışarı itilir. Göbek kordonu kesilerek bebek anneden ayrılır. Yaklaşık 15-20 dakika sonra eş ya da son denilen plasenta döl yatağından atılır. Progesteronun azalmasıyla iç çeperdeki parçalanan dokuların kanla atılması sonucu doğum tamamlanır. Doğumla birlikte süt salgılanmaya başlar. Oksitosin etkisiyle süt kanalları kasılarak sütün akması sağlanır (Görsel 7.20). Süt salgılanmasının devam etmesi bebeğin emmesine bağlıdır. Bebek emmezse bir süre sonra süt salgılanması durur.



Görsel 7.20: Süt bezleri

Hamilelikte Bebeğin Gelişimini Olumsuz Etkileyen Faktörler

Hamilelik döneminde yaşanan bazı olumsuzluklar hem annenin hem de bebeğin sağlığını olumsuz etkileyebilir. Bu dönemde bebeğin gelişimini olumsuz etkileyen faktörler aşağıda açıklanmıştır.

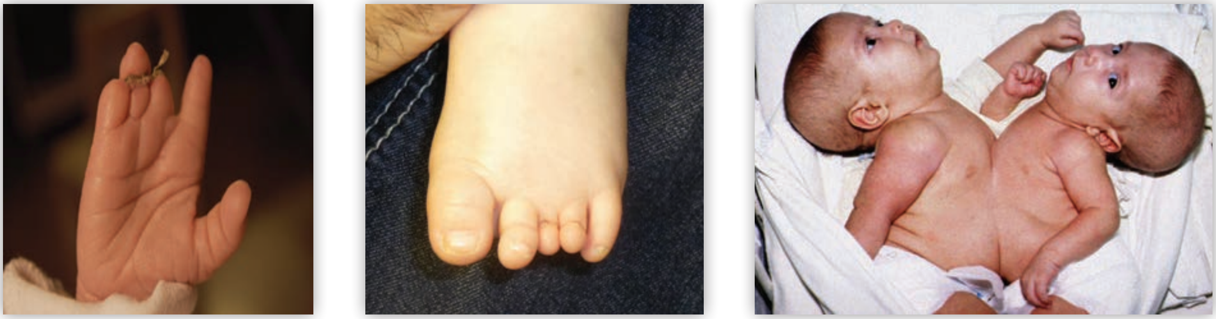
X ışınları: Hamileliğin erken döneminde belirli bir dozun üzerindeki X (röntgen) ışınlarından embriyonun etkilendiği bilinmektedir (Görsel 7.21). X ışınları özellikle hızlı bölünen ve çoğalan hücreler üzerinde etkili olduğundan embriyo gelişimini olumsuz etkiler. Vücudun bu ışınlara ne kadar süre maruz kaldığı, ışınların ne oranda alındığı önemlidir. Hamilelikte X ışınları bebekte körlük, mikrosefali (küçük kafa), kafa kemikleri kusuru, yarık damak gibi kusurlara neden olabilmektedir.



Görsel 7.21: Rötgen çekiminde kullanılan cihazlar

Yoğun stres: Annenin yoğun stres yaşaması durumunda erken doğum, düşük riskinde artma, bebeğin zihinsel fonksiyonlarında azalma ve hiper aktivite gibi sorunlar ortaya çıkabilir. Bu olumsuzlukların yaşanmaması için stres kontrol altına alınmalıdır. Bunun için kaygı ve korkuların aile bireyleriyle paylaşılması, arkadaşlar ile iletişimin açık tutulması, sağlıklı beslenme ve egzersiz çok önemlidir. Hamilelik döneminde yaşanan stres, hamilelik sonrası depresyonu da tetikleyebilmektedir. Eğer stres kontrol altında tutulamıyorsa profesyonel yardım alınmalıdır.

İlaç kullanımı: Hamilelik döneminde alınan ilaçlar hem annede hem de bebeğin gelişiminde istenmeyen sonuçlar ortaya çıkarabilmektedir. Özellikle hamileliğin ilk aylarında ilaç kullanımının riskli olduğu unutulmamalıdır. İlaçlar kesinlikle doktor önerisi doğrultusunda kullanılmalıdır. Doktor gözetimi olmadan alınan antibiyotikler ve ilaçlar fetüste kemik, kalp, karaciğer, böbrek ve zeka gelişimini olumsuz etkileyebilir, kol ve bacak eksikliklerine neden olabilir.1962 yılında Avrupa'da, talidomit adlı uyku hapı almış bazı hamilelerin vücut gelişimi normal olmayan bebekler doğurduğu görülmüştür. Bu bebeklerin el ve ayaklarında şekil bozukluklarına, iç organlarında bozukluklara rastlanmıştır (Görsel 7.22). İlacın beklenmeyen etkisi saptandığında piyasadan kaldırılmıştır.



Görsel 7.22: El, ayak şekil bozukluğu ve karından yapışık ikizler.

Beslenme: Hamilelik döneminde bebek, anne zayıf olsa bile kendisi için gerekli olan protein, demir, kalsiyum gibi minarelleri ve vitaminleri anneden alarak gelişimini sürdürür. Böylece annenin bu besin ögelerine olan gereksinimi artar. Artan gereksinimlerin karşılanmaması hâlinde, beslenme yetersizliğinin belirtileri olan kansızlık (anemi), diş çürümesi, kemik bozuklukları meydana gelir. Anne hâlsiz ve yorgun düşer, bebeğini de yeterince besleyemez. Bu kez bebeğin büyüme ve gelişmesi tam olmaz, sağlıksız doğar.

Aneminin bebekte yaratacağı olumsuzluklar ölü doğum, erken doğum, düşük doğum ağırlığı, bedensel ve zihinsel yönden özürlülük olabilir.

Gebelikte sağlıklı beslenme için et, balık, tavuk, yumurta, karaciğer, dalak, böbrek vb. sakatatlar; ceviz, badem gibi kuru yemişler; üzüm, kayısı, erik, pestil ve benzeri kurutulmuş meyveler; kuru fasulye, nohut, mercimek, gibi kuru baklagiller; pekmez, tahin ve susam; yeşil yapraklı sebzeler doktorun önerdiği şekilde tüketilmelidir (Görsel 7.23). Gebelik döneminde ebeveynlerin fedakarlık yapması ve sabırlı olması gerekir. Aile bireyleri arasında sevgi ve dayanışmanın olması hem annenin bu dönemi daha rahat geçirmesi hem de bebeğin sağlıklı gelişimi için önemlidir.



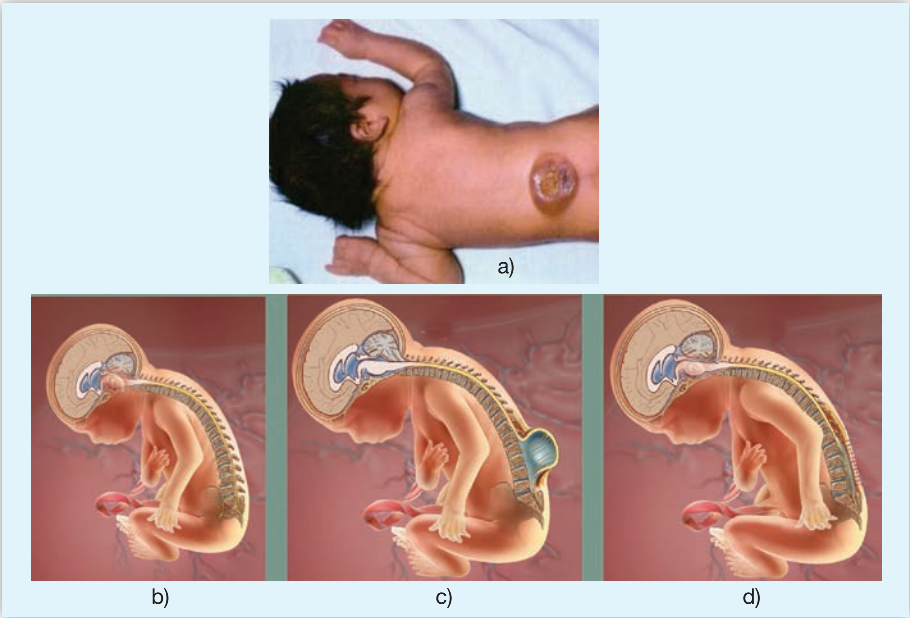
Görsel 7.23: Sağlıklı beslenmede önemli bazı besin maddeleri

Folik Asit Yetersizliği: Folik asit, hücre yapı taşlarının, kırmızı kan hücrelerinin (alyuvar) ve sinir dokunun oluşumunda etkili olan **B_9 vitamini**dir. Latincede **folum**, *yaprak* anlamına gelir ve yeşil yapraklarda çok yaygın olarak bulunduğundan folik asit ismiyle anılır. Folik asit, suda çözünen ve vücutta depo edilemeyen vitamin olduğundan günlük olarak alınmalıdır.

Folik asit özellikle merkezî sinir sisteminin gelişimi üzerinde etkili olduğundan hamileliğin ilk üç ayında çok önemlidir. Folik asit hem hamileliğin ilerleyen dönemlerinde hem de emzirme döneminde vücudun gereksinimi olan bir vitamindir.

Hamilelerde folik asit eksikliği, bebeğin merkezî sinir sisteminin gelişimini olumsuz etkiler. Ayrık omurga ya da nöral tüp bozukluğu denilen ve **spina bifida** adı ile bilinen doğumsal anormallik oluşabilir.

Folik asit eksikliği bazen omurga kemiğini bazen de omuriliğin gelişimini etkiler (Görsel 7.24). Ayrıca erken doğum, bebeklerin düşük ağırlıklı olarak doğması, plasentanın erken ayrılması da folik asit eksikliğinde görülebilen sonuçlardır. Folik asit yetersizliğinde kalp hastalığı riski artabilir. Alyuvar hücreleri büyür ve sayıları azalır. Buna bağlı anemi görülür. Folik asit, B_{12} vitamini ile birlikte kan yapımında etkili olan bir vitamindir.



Görsel 7.24: a) Spina bifidalı bebek, b) Omurganın normal görünümü, c) Spina bifida oluşumu, d) Ameliyattan sonraki görünüm

Folik asit yetersizliğinde; unutkanlık, çabuk sinirlenme, hâlsizlik, kilo kaybı, çabuk yorulma gibi sorunlar gözlenir. Yetersiz beslenme, besinlerin emilim bozukluğu ve alkol alımı folik asit eksikliğine neden olur. Alkol, antidiüretik hormonun üretimini baskıladığından vücutta su atılımı fazla olur. Folik asit, suda çözünen B grubu vitamini olduğundan su ile birlikte vücuttan atılır ve eksikliği oluşur. Yeşil yapraklı sebzeler, tüm tahıllar, fasulye, bezelye gibi baklagiller, fındık, ceviz, yumurta sarısı, portakal, folik asit içeren besinlerdir. Ancak ışık, ısı, nem ve gıdaların yanlış işlenmesi besinlerdeki folik asiti yok edebilir.

Sigara ve Alkol: Sigara içen ya da içmediği hâlde sigara içilen ortamda bulunan annede, fetüsün gelişimi olumsuz etkilenir. Çünkü bebek, anneden plasenta ve göbek bağı aracılığı ile beslenmektedir. Kanda bulunan karbonmonoksit, çok hızlı bir şekilde fetüse geçer ve kandaki oksijen düzeyini azaltır. Ayrıca sigara birçok vitamin ve mineralin plasentadan emilimini engeller (Görsel 7.25).



Görsel 7.25: Sigara, düşük doğum ağırlığına sahip bebek gelişimine neden olabilir.

Sigara içen annelerin karnındaki bebeğin idrar analizinde nikotine rastlanmıştır. Bu da sigaranın fetüsü nasıl etkilediğinin en iyi kanıtıdır. Bu nedenle anne adayının hem kendi sağlığı hem bebeğin sağlıklı gelişimi için sorumluluklarının bilincinde olması gerekir.

Sigara içme alışkanlığı olan anne adaylarında;

- Düşük yapma,
- Düşük doğum ağırlığına sahip bebek gelişimi,
- Erken doğum,
- Erken doğumlara bağlı ölümler görülebilir.

Alkol, hamilelik döneminde özellikle B grubu vitaminlerini ve folik asit emilimini engeller. Hücrede DNA'nın işlevini baskılar ve fetüse protein sağlanmasını engeller. Bu durum, düşük ağırlıklı bebek doğumları ile sonuçlanır. Tüm bu olumsuzluklar **Fetal Alkol Sendromu (FAS)** olarak adlandırılır. Önceden FAS, hamilelikte alkol tüketimine bağlı olarak bebekte doğumsal bozukluklar ve zekâ gelişim bozuklukları olarak tanımlanıyordu. Ancak bilim insanlarının yaptıkları çalışmalar, bunların ötesinde bebeklerde fiziksel, zihinsel ve davranışsal bozuklukların da gözlendiğini ortaya çıkardı. Bu nedenle çocuk sahibi olmaya karar veren ebeveynler kendine, ailesine, çevresine ve vatanına karşı sorumluluk duymalı, zararlı alışkanlıklardan kaçınmalıdır.

Gebelikte Kontrol ve Testler

Dünyada ve Türkiye'de doğumsal anomalileri engellemek için hem uzmanlar hem de anne-babalar bu konudaki bilimsel teşhis yöntemlerine artık çok önem vermekte ve uygulamaktadırlar.

Gebenin ve doğacak bebeğin sağlığı için gebelik süresince belirli aralıklarla bazı muayeneler ve testler yapılmaktadır. Yapılan rutin kontroller ve anomali tespit yöntemleri ile annede ve bebekte oluşabilecek risklerin önceden saptanması, bunlara göre önlem alınması sağlanmaktadır. Yapılan bu incelemeler ile gebeliğin sağlıklı seyredip seyretmediği öğrenilir.

Anomali tespit yöntemlerine örnek olarak ultrasonografi, biyokimyasal belirteçler, amniyosentez, kordosentez, koryon villus biyopsisi ve dobler sayılabilir.

Ultrasonografi: Günümüzde ultrason, gebelik muayenelerinin önemli bir parçasıdır. Ultrason radyasyon içermez. Gebelik oluştuktan ve döl yatağına yerleştikten 1-2 hafta sonra embriyo ultrasonla izlenebilmektedir. Gebeliğin başında yapılan ilk inceleme düşük riskini, dış ve çoğul gebelikleri, doğumun yapılacağı tarihi belirler (Görsel 7.26).

Gebeliğin ortalarında yapılacak ultrasonografi erken doğum, gelişme kusuru ve kanama ihtimalini, fetüs anormalliklerinin %50-70'ini gösterir.



Görsel 7.26: Bebek gelişiminin ultrasonla incelenmesi

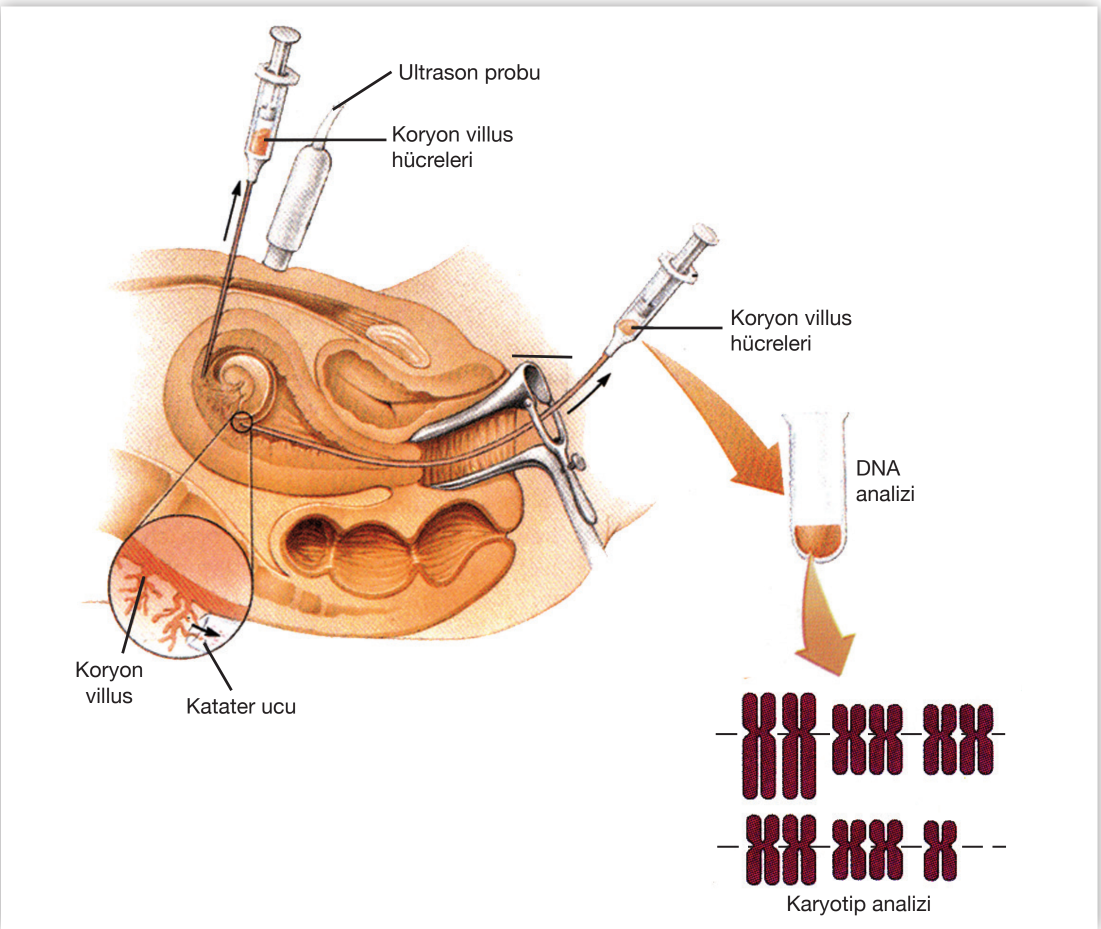
Son aylarda yapılan inceleme ise bebek gelişimini, olası bir problemi ve doğumun normal ya da sezaryen ile gerçekleşme şeklini belirlemede yardımcı olur.

Biyokimyasal belirteçler: Anne ve bebek kanından alınan kan örnekleri kimyasal içerik olarak araştırılır. Çeşitli hormonların ve proteinlerin miktarlarına bakılır.

Renkli dobler ultrasonu: Bebek ve annedeki kan dolaşımı sorunlarının erken tanınması ve gerekli önlemlerin alınmasını sağlar. Renkli dobler, damarlardaki kanın akış yönünü ve hızını mavi-kırmızı renklerle çizerek ekranda gösterir.

Kordosentez: Gebeliğin 5. ayından sonra doğrudan bebek kanından örnek alınır. Bebeğe ait hücrelerde anormal kromozom olup olmadığına bakılır (karyotip analizi). Eğer kromozom düzeyinde bir tespit yapılamamış ise gen ya da DNA analiz yöntemlerine başvurulur.

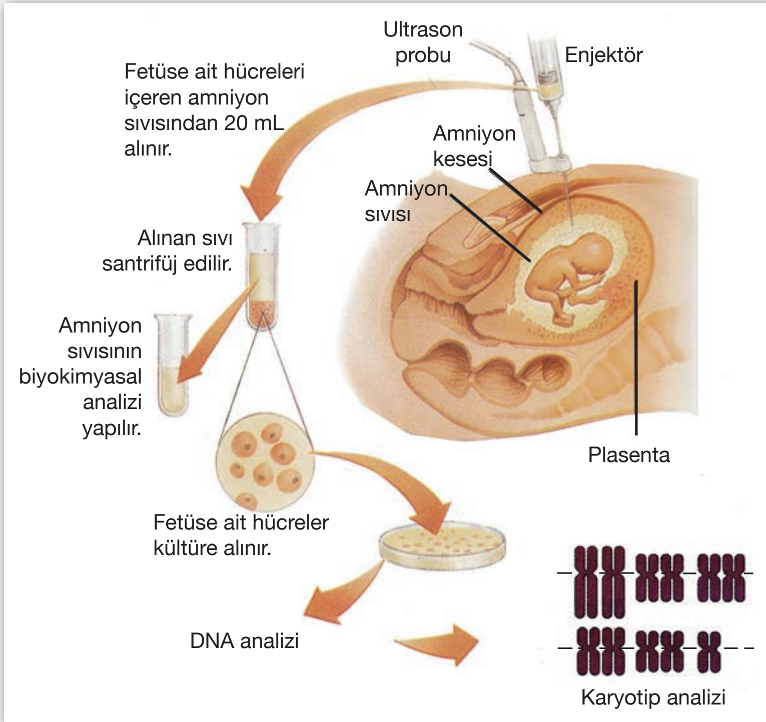
Koryon villus biyopsisi: 35 yaş üstü hamilelerde, akraba evliliklerinde, ailede önceden anormal bebek doğumu olması hâlinde gebeliğin 10-12. haftalarında karından ya da vajinadan enjektöre bağlı katater ile girilerek plasentadan çok az miktarda koryona ait doku alınır. Alınan örnekten DNA analizi yapılarak karyotip oluşturulur (Görsel 7.27). Uygulama sırasında ultrason ile embriyo izlenir.



Görsel 7.27: Koryon villus biyopsi testi

Amniyosentez: Gebeliğin 14. haftasından sonra yapılan bu uygulamada kromozom analizi, DNA analizi, doğumsal kas bozuklukları, böbrek hastalıkları ve bazı kalıtsal hastalıkların tanısı yapılır.

Uygulamada, anne karnının yüzeyi temizlendikten sonra ultrason ekranından izlenerek fetüsün içinde bulunduğu amniyon sıvısına spiral iğne ile karından girilerek ulaşılır (Görsel 7.28). 15-20 mL sıvı enjektöre çekilir ve en geç yarım saat içinde incelenmek üzere laboratuvara gönderilir. Biyokimyasal analiz, DNA analizi ve karyotip analizi yapılır.



Görsel 7.28: Amniyosentez testi ile kromozom anomalilerin olup olmadığının araştırılması

Bilelim

Kordon Kan Bankası



Kordon kanı, bebeğin doğumundan sonra plasentanın içinde kalan kandır. Bu kan, kök hücre açısından son derece zengindir.

İleride olası bir kök hücre nakli için bebeğin kendisinde, kardeşlerinde ya da yakın akrabalarında çıkabilecek hastalıkların tedavilerinde kullanılır. Bebek kordon kanından elde edilen kök hücrede uyum problemi yaşanmaz.

1988 yılında Fankoni Aplastik Anemi hastalığı bulunan bir çocuğun ilk kez kordon kanı ile tedavisinden bu yana yüzlerce hasta bu şekilde tedavi edilmiştir.

Kordon kanı alınmasına karar verildiğinde doğum tarihinden 1-2 hafta önce doğum doktoruna ve kordon kanı laboratuvarına bildirilmesi ve hazırlıkların yapılması gerekir. Plasenta, doğum sonrası döl yatağından atılmadan kanın alınması uygundur. Alınan kan miktarı hücre sayısı, mikrobik tetkikler açısından incelenmek üzere en geç 34-36 saat içinde laboratuvara ulaştırılır. Oda sıcaklığında muhafaza edilir. Dondurucuya konulmaz. Kordon bankasında dondurma yöntemlerinden biri kullanılarak dondurulur ve sıvı azot tanklarına yerleştirilerek –196°C’ta saklanır.

7. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Üreme sisteminin hormonal denetimi beyinde bulunan hangi yapılar ile düzenlenir?

....

2. Dişi üreme sistemi hangi yapılardan oluşur?

....

3. Erkek üreme sistemi hangi yapılardan oluşur?

....

4. İnsanda ikincil oositin döllenmesi nerede gerçekleşir?

....

5. Menstrual döngü kaç aşamada tamamlanır? İsimlerini yazınız.

....

6. Menstrual döngüyü kontrol eden hipofiz hormonları nelerdir?

....

7. Erkek üreme sistemi hangi hormonlar ile düzenlenir?

....

8. Mikroenjeksiyon ve aşılama olayları hangi yönlerden farklıdır?

....

9. Segmentasyon ne demektir? Bu dönemde hücrelerin hacmi ve kütlesi neden artış göstermez?

....

10. Tek yumurta ikizlerinin çift yumurta ikizlerinden farklarını ve nasıl oluştuklarını açıklayınız.

....

11. Döllenme nedir? Farklı türlere ait yumurta ve sperm neden döllenemez?

....

12. Cinsel yolla bulaşan hastalıkları açıklayınız.

....

13. Üreme sisteminin sağlığını korumak için nelere dikkat edilmelidir?

....

14. Günümüzde kısırlık tedavisi için hangi yöntemler geliştirilmiştir?

....

15. Gebelikte uygulanan kontrol ve testlerin anne ve bebek sağlığı açısından önemini açıklayınız.

....

16. Gebelikte folik asit yetersizliğine bağlı olarak ortaya çıkan sorunlar nelerdir?

....

17. Amniyosentezin gebeliğin 14. haftasından sonra uygulanma nedenini açıklayınız.

....

18. Hamilelik döneminde hangi etkenlerin bebeğin gelişimini olumsuz etkileyebileceğini açıklayınız.

....

B. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

spermatogenez	zigot	zona pellusida	östrojen	ovulasyon
ultrasonografi	progesteron	aile planlaması	LH	oogenez

1. Ailelerin istedikleri zaman ve bakabilecekleri sayıda çocuk sahibi olmalarına .... denir.
2. Döllenmiş yumurta hücresine .... denir.
3. İkincil oositin yumurta kanalına bırakılmasına .... denir.
4. Korpus luteumdan salgılanan progesteron hormonunun kanda artması hipofizden salgılanan .... salgısını azaltır.
5. Mayoz ile sperm hücrelerinin oluşumuna ...., yumurta hücresinin oluşumuna .... denir.
6. Memelilerde yumurta hücresi .... denilen jel benzeri bir örtü ile çevrilidir.
7. Yumurtalıktan salgılanan .... ve .... hormonları döl yatağının gelişimini kontrol eder.
8. Gebelik oluştuktan sonra döl yatağı içinde embriyo gelişiminin görüntülü olarak izlenmesi yöntemine .... denir.

C. Doğru-Yanlış

Aşağıda verilenlerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını ayraç içine yazınız.

1. Gelişen embriyonun döl yatağı duvarına yerleşmesine fertilizasyon denir. (....)
2. Koryon zarından döl yatağının yumuşak dokularının içine doğru parmak şeklinde villus denilen çıkıntıların gelişmesiyle plasenta oluşur. (....)
3. Gebelikte, embriyoyu kurumaktan ve darbelerden amniyon sıvısı korur. (....)
4. Ayrık omurga oluşumu hastalığı, gebelikte demir eksikliğine bağlı olarak ortaya çıkar. (....)
5. Bebek ve annede kan dolaşımı sorunlarının erken tanısı amniyosentez ile yapılır. (....)
6. Embriyo döneminde hücrelerin farklılaşmasıyla doku ve organlar oluşmaya başlar. (....)
7. Fetüs dönemi 8. haftadan doğuma kadar olan süredir. (....)
8. Plasenta, anneden aldığı besin ve oksijeni göbek bağı aracılığı ile embriyoya iletir. (....)
9. Blastomer hücrelerinin genetik özellikleri farklıdır. (....)
10. Amniyon kesesinin içindeki amniyon sıvısı embriyoyu besler. (....)

Ç. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. İnsanda erkek bireylerde hipofizin LH salgısının artması ile ilgili olarak;

I. Testislerdeki leyding hücreleri testosteron hormonu salgılar.
II. Testosteron hormonu kanda belirli bir düzeyi aşarsa hipotalamus, RF salgısını azaltır.
III. Sperm ana hücreleri mayoz için uyarılır.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C)Yalnız III
D) Ive II E) I, II ve III

2. Erkek üreme sisteminde spermlerin beslenmesini ve hareketini sağlayan seminal sıvı;

I. Prostat bezi
II. Seminal kesecikler
III. Epididimis
IV. Cowper bezleri

yapılarından hangileri tarafından oluşturulur?

A) I ve III B) II ve III C) II ve IV
D) I, II ve III E) I, II ve IV

3. Memelilerde dişi üreme sistemi ile ilgili aşağıda verilen açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Ovulasyondan sonra korpus luteum oluşur.
B) Östrojen endometriyumda mitozu artırır.
C) FSH dişide folikül hücrelerini uyarır.
D) Korpus luteum çok miktarda östrojen salgılar.
E) Döllenme yumurta kanalında gerçekleşir.

4. Aşağıda hormon salgılayan bazı yapılar verilmiştir.
Bunlardan hangisi menstrüasyon döngüsünde etkili değildir?

A) Korpus luteum
B) Yumurtalık
C) Plasenta
D) Hipofiz
E) Hipotalamus

5. Hipofiz bezinden salgılanan oksitosin hormonu;

I. Döl yatağı kaslarının kasılarak bebeğin dışarı itilmesini sağlar.
II. Sütün basınçla süt bezlerinden akmasını sağlar.
III. Döl yatağı duvarının mitoz bölünmeyle kalınlaşmasını sağlar.

işlevlerinden hangilerini gerçekleştirmez?

Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

6. Sağlıklı bir insanda menstrüasyon döngüsü içinde korpus luteumun bozulmasından sonra aşağıdaki değişimlerden hangisi ilk olarak gerçekleşir?

A) İkincil oosit yumurta kanalına geçer.
B) Kandaki progesteron miktarı azalır.
C) Döl yatağı çeperi kalınlaşır.
D) Kandaki östrojen miktarı artar.
E) Hipofiz LH salgılar.

7. Hipofiz bezi hormonları ile yumurtalık hormonları karşılıklı etkileşerek döl yatağı gelişimini kontrol eder.

Hormonların karşılıklı etkileşimine;

I. Parçalanmış folikül hücrelerinin LH etkisiyle korpus luteuma dönüşmesi
II. Kanda östrojen azaldığında FSH'ın artması
III. Foliküllerin büyümesi ve ikincil oosit üretimi için FSH ile uyarılması
IV. Progesteron miktarının kanda artmasıyla LH'ın azalması

ifadelerinden hangileri kanıt olarak gösterilebilir?

A) I ve II B) II ve III C) II ve IV
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

8. **İnsanda anne ile bebek arasında madde alışverişini sağlayan plasentadan;**

I. Besin monomerleri
II. Bazı antikorlar
III. Solunum gazları
IV. Kan hücreleri

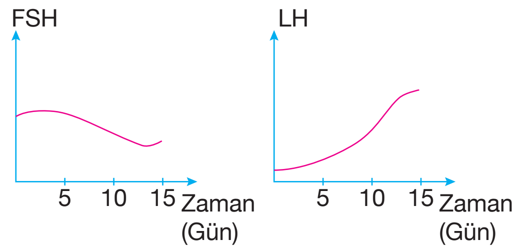
maddelerinden hangileri geçebilir?

A) II ve III B) III ve IV C) I, II ve III
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

9. **Aşağıda verilen üreme sistemi ile ilgili yapılardan hangisi dişi bireyde bulunmaz?**

A) Ovaryum
B) Seminal kesecik
C) Folikül kesesi
D) Fallopi tüpü
E) Döl yatağı

10. Dişi bir memelide FSH ve LH miktarının zamana bağlı değişimi grafiklerde gösterilmiştir.



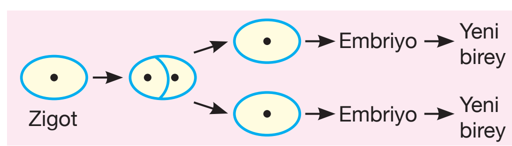
Buna göre;

I. Dişi ovulasyon sürecine girmiştir.
II. Yeni bir yumurtanın oluşumu gerçekleşir.
III. Folikül kesesi çatlamıştır.

ifadelerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

11. Dişi bir memelinin döllenmiş yumurtasından iki bireyin meydana gelmesiyle ilgili şema aşağıdadır.



Buna göre;

I. Embriyolar tek bir plasentaya farklı göbek bağlarıyla bağlıdır.
II. Embriyoların gelişimi ile oluşan ergin bireylerin cinsiyet ve kan grupları aynıdır.
III. Embriyolar, ikincil oositin iki sperm tarafından döllenmesiyle oluşur.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız II B) Yalnız III C) I ve II
D) II ve III E) I, II ve III

1. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Sinir dokunun hücrelerini belirtiniz.

....

2. Görevlerine göre nöron çeşitleri nelerdir?

....

3. Kalıtsal refleksler ile kazanılmış reflekslere örnek vererek özelliklerini karşılaştırınız.

....

4. Kulaktaki hangi yapılar dengenin oluşumunda görev alır?

....

5. Stresin organizmanın çalışma sistemini nasıl etkilediğini belirtiniz.

....

6. Doku yapısına göre kemik çeşitleri nelerdir?

....

7. Kemik gelişimi için gerekli olan vitamin ve mineralleri belirtiniz.

....

8. Protein sindiriminde görev alan enzimler nelerdir?

....

9. Sindirim sisteminde sıklıkla görülen rahatsızlıklara örnek veriniz.

....

10. Adrenalin ve asetilkolin hormonları kalbin çalışmasını nasıl etkiler?

....

11. Toplardamarlardaki kapakçıkların kanın hareketindeki rolü nedir?

....

12. Kalp krizine neden olan etmenler nelerdir?

....

13. Özgül bağışıklıkta görev alan hücreler hagileridir?

....

14. Karbonmonoksit zehirlenmesi nasıl oluşur?

....

15. KOAH oluşumuna neden olan etmenler nelerdir?

....

16. Böbreğin boyuna kesitinde kaç kısım ayırt edilir?

....

17. Dişi üreme sisteminde ovulasyon olayının hormonal kontrolü nasıl sağlanır?

....

18. Anne ile embriyo arasındaki madde alışverişi nasıl gerçekleşir?

....

B. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

miyopi	tiroksin	villus	menisküs	ligament	sekretin
periton	lenfosit	damar sertliği	silli epitel	gastrula	eritropoietin

1. Soluk borusunun iç yüzeyi .... hücreleri ile örtülüdür.
2. Onikiparmak bağırsağından salgılanan .... hormonu, pankreası bikarbonat iyonlarını salgılaması için uyarır.
3. Böbreklerden üretilen .... hormonu, kemik iliğinde alyuvar yapımını uyarır.
4. Yakını görebilen ancak uzağı net olarak göremeyen göz kusuruna .... denir.
5. Özgül bağışıklıkta rol oynayan akyuvar çeşidine .... denir.
6. Tiroit bezinden salgılanan .... hormonu vücut metabolizmasını düzenler.
7. Damar duvarının esnekliğini yitirmesiyle oluşan .... kalp ve damar sağlığını olumsuz etkiler.
8. Dizde kıkırdak dokudan oluşan ve eklem yüzeyini kaplayan yapıya .... denir.
9. Mide ve karın bölgesindeki organların dış kısmında bağ dokudan oluşan ve .... denilen karın zarı bulunur.
10. İnce bağırsağın iç yüzeyinde bulunan ve .... olarak adlandırılan kıvrımlar geniş bir emme yüzeyi oluşturur.
11. İki kemiği birbirine bağlayan ve bağ dokudan oluşan eklem bağlarına .... denir.

C. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Plazma hücreleri antikor üreterek vücut savunmasında rol oynar. (......)
2. Sinir hücrelerinin aksonlarında bulunan ranvier boğumlarda miyelin kılıf bulunmaz. (......)
3. Otonom sinir sistemi, miyelinli motor sinirlerden oluşur. (......)
4. Antidiüretik hormon (ADH), vücudun su dengesini ve idrar yapımını düzenler. (......)
5. Kasların kasılması sırasında ATP ve kreatin fosfat artarken ADP ve kreatin azalır. (......)
6. Kalın bağırsakta, ince bağırsaktan sindirilmeden gelen besinlerin sindirimi tamamlanır. (......)
7. Doğal katil hücreler, fagositoz yaparak mikroorganizmaları yok eder. (......)
8. Kalbin çalışması, sağ kulakçıktaki sinoatrial düğümün uyarılması ile başlar. (......)
9. Soluk alıp vermede göğüs kasları ve diyafram görev alır. (......)
10. Böbrekte, glomerulustan Bowman kapsülüne sıvı geçişi aktif taşıma ile gerçekleşir. (......)
11. Erkek üreme sisteminde yer alan prostat bezi, Cowper bezi ve seminal keseciklerde spermler hareket ve döllenme yeteneği kazanır. (......)
12. Embriyo döneminde hücrelerin farklılaşması ile doku ve organlar oluşmaya başlar. (......)

Ç. Ünite Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. I. Zengin kan damarları ve sinirlere sahiptir.
II. Vücut savunmasında görev alır.
III. Çeşitli doku ve organları birbirine bağlar.

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri temel bağ doku ile ilgili olarak söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

2. Aşağıda verilen eşleşmelerden hangisi doğru değildir?

A) Sinir hücresi-nöron
B) Kemik hücresi-osteosit
C) Temel bağ doku hücresi-fibroblast
D) Kıkırdak hücresi-kondrin
E) Kan hücresi-akyuvar

3. Çok katlı yassı epitel dokuya aşağıdaki yapılardan hangisinde rastlanır?

A) Kılcal damar B) Alyuvar
C) Üst deri D) Alveol
E) İnce bağırsak

4.



Yukarıda numaralandırılarak verilen sinir hücrelerinden geçen impulsun taşınma hızı çoktan aza doğru nasıl sıralanabilir?

A) I, II ve III B) I, III ve II
C) III, II ve I D) III, I ve II
E) II, I ve III

5. I. İmpuls hızı
II. İmpuls sayısı
III. Oluşan tepkinin derecesi

Bir sinir hücresinin eşik değerinin üzerinde uyarılması ile yukarıda belirtilenlerden hangilerinde artma gözlenir?

A) Yalnız III B) I ve II C) I ve III
D) II ve III E) I, II ve III

6. I. Talamus
II. Pons
III. Hipotalamus
IV. Omurilik soğanı

Yukarıda verilen sinir sistemi kısımlarından hangileri ara beyinde yer alır?

A) I ve II B) I ve III C) II ve IV
D) I, III ve IV E) II, III ve IV

7.
- Fazla ışık şiddetinde göz bebeklerinin küçülmesi
- Kedi ve köpek gibi hayvanların sese karşı kulaklarını dikleştirmesi
- Kas tonusu

Yukarıda verilen olaylar, sinir sistemine ait hangi yapı tarafından gerçekleştirilebilir?

A) Uç beyin B) Ara beyin
C) Orta beyin D) Karıncık
E) Arka beyin

8. I. Motor sinirlerden oluşur.
II. İç organların çalışmasını düzenler.
III. İstemsiz çalışır.

Yukarıda belirtilen özelliklerden hangileri otonom sinir sistemine aittir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

9. I. Rodopsin sentezinin gecikmesi alaca karanlıkta görmeyi güçleştirir.
II. İris, göze giren ışık miktarını ayarlar.
III. Kör noktada ışığa duyarlı hücreler bulunmaz.
IV. Göz uyumu, göz merceğinin yassılaşıp yuvarlaklaşması ile sağlanır.

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri görme duyusu ile ilgili olarak söylenebilir?

A) I ve II B) I ve IV C) I, II ve IV
D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

10. **Aşağıda verilen bezler ve hormonlar arasında yapılan eşleştirmelerden doğru olmayan hangisidir?**

A) Arka hipofiz-antidiüretik
B) Pankreas-insülin
C) Böbrek üstü bezi-aldosteron
D) Paratiroit-kalsitonin
E) Tiroit-tiroksin

11. **Dış kulak tarafından toplanan ses dalgalarının ses olarak algılanmasında;**

I. Oval pencere
II. Çekiç kemiği
III. Kulak zarı
IV. Kohlear kanal
V. Korti organı
VI. Beyin kabuğu

yukarıda belirtilen yapılar hangi sırada işlev görür?

A) III, IV, II, I, V, VI
B) I, II, III, IV, V, VI
C) III, II, I, IV, V, VI
D) III, I, II, V, VI, IV
E) III, II, I, V, IV, VI

12. **İnsanda pankreas, böbrek üstü bezi ve karaciğerin ortak olarak gerçekleştirdiği görev aşağıdakilerden hangisidir?**

A) Metabolizma hızını düzenleme
B) Kandaki glikoz miktarını etkileme
C) Üre ve ürik asit sentezleme
D) Vücutta su dengesini sağlama
E) Kandaki kalsiyum ve fosfor miktarını düzenleme

13. I. Glikojen → Glikoz
II. Glikoz → Laktik asit
III. Glikoz → CO_2 + H_2O
IV. Kreatin + Pi → Kreatin fosfat

İskelet kaslarının kasılması sırasında gerekli olan ATP yukarıda belirtilen olaylardan hangileri ile üretilir?

A) I ve IV B) II ve IV C) II ve III
D) II, III ve IV E) I, III ve IV

14. İskelet kasının kasılması sırasında;

I. ATP tüketimi hızlanır.
II. Sinir uçlarından asetilkolin salgılanır.
III. Miyoglobin miktarı artar.
IV. CO_2 tüketimi artar.

olaylarından hangileri gerçekleşir?

A) I ve II B) I ve IV C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

15. Aşağıdakilerden hangisi kas çeşitleri için ortak olarak söylenemez?

A) Hücreler arası maddenin bulunmaması
B) Kasılma periyodunu gevşeme periyodunun izlemesi
C) Sinirler tarafından uyarılmaları
D) Kas hücrelerinin birden fazla çekirdek bulundurması
E) Kas iplikçiklerinin protein yapıda olması

16. Aşağıdakilerden hangisi karaciğerin ürettiği safranın sindirim sisteminde gerçekleştirdiği görevlerden biri değildir?

A) Yağda çözünen vitaminlerin bağırsaktan emilimini kolaylaştırmak.
B) Mideden ince bağırsağa gelen asidik karışımı nötralize etmek.
C) Yağların mekanik sindirimini sağlamak.
D) Tripsinojeni tripsine dönüştürmek.
E) Pankreas ve ince bağırsak enzimlerinin etkinliğini artırmak.

17. Yetişkin bir insanın kemik dokusuna ait bazı yapılar aşağıda verilmiştir.
Bu yapıların hangisinde kırmızı ilik bulunur?

A) Kemik kanalı
B) Havers kanalı
C) Sıkı kemik
D) Süngerimsi kemik
E) Volkmann kanalı

18. I. Safra kesesi → safra üretmek
II. Karaciğer → amonyağı üreye dönüştürmek
III. Pankreas → nükleaz enzimleri üretmek
IV. Onikiparmak bağırsağı → tripsinojen üretmek
V. Mide → pepsinojen üretmek

Sindirim sistemi ile ilgili olarak yukarıda verilen eşleşmelerden hangileri yanlıştır?

A) I ve IV B) III ve IV C) I, III ve V
D) I, IV ve V E) II, III ve V

19. I. Yağ asiti + Gliserol → Yağ + H_2O
II. Protein + H_2O → Polipeptit
III. Yağ + Safra → Emülsiyon
IV. Glikoz + O_2 → H_2O + CO_2
V. Polipeptit + Su + Tripsin → Küçük polipeptitler

Yukarıdaki olaylardan hangileri kimyasal sindirime örnek olarak verilebilir?

A) II ve V B) I, II ve III
C) I, II ve V D) II, III ve IV
E) II, III, IV ve V

20. **İncebağırsaktan emilerek kan ve lenf yoluyla dolaşıma katılan besin maddeleri, aşağıda belirtilen yapılardan hangisinde ilk olarak bir araya gelir?**

A) Kalbin sağ kulakçığı

B) Kalbin sol kulakçığı

C) Kapı toplardamarı

D) Üst ana toplardamar

E) Karaciğer toplardamarı

21. Dolaşım sistemi ile ilgili yapılar aşağıda belirtilmiştir.

Bu yapılardan hangisinin karşısında verilen görevle ilgisi yoktur?

A) Lenf düğümü-lenfosit üretimi

B) Lenf damarı-yağ asiti ve gliserol taşıma

C) Kılcaldamar-madde ve gaz difüzyonu

D) Alyuvar-oksijen taşıma

E) Lenf toplardamarı-oksijence fakir kanı taşıma

22. I. Glomerulus

II. Proksimal tüp

III. Bowman kapsülü

IV. İdrar toplama kanalı

V. Distal tüp

VI. Havuzcuk

Nefronu oluşturan yapılar yukarıda belirtilmiştir.

Bu yapıların idrar oluşumunda görev alma sıraları seçeneklerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) I, III, II, V, IV, VI

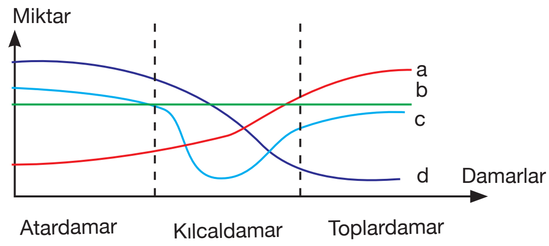
B) II, III, V, I, IV, VI

C) I, II, III, V, IV, VI

D) III, II, I, V, IV, VI

E) III, II, I, IV, V, VI

23.



Yukarıda verilen grafikteki a, b, c ve d eğrileri ile ilgili olarak aşağıda belirtilen yorumlardan hangileri yapılabilir?

I. d eğrisi, damarlardaki kan basıncının değişimini göstermektedir.

II. a eğrisi, kanın damarlardaki akış hızını göstermektedir.

III. b eğrisi, damarlardaki osmotik basıncın değişimini göstermektedir.

IV. a eğrisi, damarlardaki karbondioksit miktarında oluşan değişimi göstermektedir.

V. c eğrisi, damarlarda kan pH'ının değişimini göstermektedir.

A) I, II ve III

B) I, III ve IV

C) III, IV ve V

D) I, II ve V

E) II, IV ve V

24. I. Serum verilmesi

II. Aşı yapılması

III. Patojenlerin vücuda girmesi

IV. Vücuda antikor verilmesi

Yukarıda belirtilenlerden hangileri B-lenfositlerini aktif hâle getiren antijenlerin vücuda alınmasını sağlar?

A) I ve II

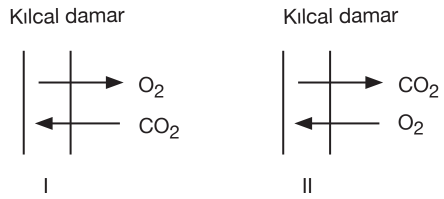
B) II ve III

C) I, II ve III

D) II, III ve IV

E) I, II, III ve IV

25.



Yukarıda I ve II ile gösterilen kılcal damarlarla ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) I, doku kılcalıdır.

B) II, alveol kılcalıdır.

C) I'de karbonik anhidraz enzimi aktiftir.

D) II'de oksihemoglobin artmıştır.

E) I'de karbomino hemoglobin miktarı azalır.

26. I. Vücuda fazla miktarda tuz alınması

II. Lenf damarlarının tıkanması

III. Doku sıvısının osmotik basıncının yükselmesi

Yukarıda belirtilen olaylardan hangileri doku sıvısının artışına neden olur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

27. Dişi bireylerde salgılanan östrojen ve progesteron ile ilgili olarak aşağıda verilen özelliklerden hangisi ortaktır?

A) FSH uyarısıyla salgılanır.

B) İkincil eşey özelliklerinin oluşmasını sağlar.

C) Yumurtalık hormonlarıdır.

D) Folikül hücrelerinden salgılanır.

E) Kanda belli değerin altına düşerse düşük meydana gelir.

28. Memelilerde embriyo gelişimi sırasında oluşan göbek bağı ile ilgili aşağıdaki açıklamalardan hangisi yanlıştır?

A) Plasenta ile embriyo arasında oluşur.

B) Kan damarları bakımından zengindir.

C) Oksitosin hormonu ile gebeliğin devamını sağlar.

D) Yapısında iki atardamar ve bir toplardamar bulunur.

E) Atardamarlar embriyodaki atıkları plasentaya, toplardamarlar anneden aldığı besin ve oksijeni bebeğe taşır.

29. I. Progesteron salgısı artar.

II. Östrojen salgısı artar.

III. Menstrüasyon oluşmaz.

IV. İkincil eşey özellikler ortaya çıkmaz.

V. FSH yüksektir.

Yumurtalıkları çıkarılmış bir dişide yukarıda belirtilen özelliklerden hangileri görülebilir?

A) I ve III B) I ve V C) II ve III D) II, IV ve V E) III, IV ve V

30. I. Östrojen

II. LH

III. Progesteron

IV. FSH

Menstrual döngünün başlamasından bitimine kadar geçen süreçte, yukarıda belirtilen hormonların salgılanması hangi sırada gerçekleşir?

A) I, II, III, IV B) II, I, III, IV C) III, I, II, IV D) III, IV, I, II E) IV, I, II, III

31. Aşağıda belirtilen hücrelerden hangisi insanda mitoz veya mayoz geçiremez?

A) Yumurta ana hücresi

B) Sperm hücresi

C) Döl yatağı hücresi

D) Sperm ana hücresi

E) Karaciğer hücresi

32. I. Vas deferens

II. Yumurta kanalı

III. Üretra

IV. Seminifer tüpçükler

V. Testis

Yukarıdaki yapılardan hangileri erkek üreme sistemine ait değildir?

A) Yalnız II

B) Yalnız III

C) II ve III

D) I, III ve V

E) II, III ve IV

33. Dişi bir memelide yumurta hücresinin oluştuğu ve döllendiği yer, aşağıda belirtilen eşleştirmelerden hangisinde doğru olarak verilmiştir?

A) Yumurtalık-Döl yatağı

B) Folikül-Yumurtalık

C) Yumurtalık-Yumurta kanalı

D) Folikül-Döl yatağı

E) Yumurta kanalı-Döl yatağı

34. I. Döl yatağında mitoz bölünme hızlanır.

II. Mayoz bölünme ile yumurta kanalında yumurta oluşur.

III. Hipofizin FSH salgısı azalır.

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri kanda östrojen hormonunun artışına bağlı olarak gerçekleşir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) I, II ve III

35. Spermatogenez aşağıdaki yapılardan hangisinde gerçekleşir?

A) Yumurta kanalı

B) Seminifer tüpçükler

C) Epididimis

D) Vas deferens

E) Seminal kese

36. İnsanın embriyonal gelişim sürecinde, aşağıdaki yapılardan hangisinin görevini plasenta gerçekleştirir?

A) Kalp

B) Akciğer

C) Karaciğer

D) Beyin

E) Mide

37. Aşağıda verilenlerden hangisi embriyonun anne karnında gelişmesini olumsuz etkileyen etmenlerden değildir?

A) Hamilelik sırasında alınan ilaçlar

B) Aşırı stres ve yorgunluk

C) Gebelik döneminde ultrason çekimi

D) Annenin sigara ve alkol kullanması

E) Folik asitten yoksun beslenme

38. Sigara içen bir annenin gebeliği sırasında;

I. Düşük ve erken doğum yapma riski artar.

II. Plasentadan vitamin ve mineral geçişi azalır.

III. Prematüre bebek doğurma riski artar.

IV. Akciğer ve solunum yolları bağışıklığı artar.

faktörlerinden hangilerinin gerçekleşme olasılığı yüksektir?

A) Yalnız II B) I ve II C) II ve V

D) I, II ve III E) I, III ve IV

39. Gebelik sırasında gebeliğin doktor kontrolünde izlenmesi bebek gelişimi ve anne-bebek sağlığı açısından önemlidir.

Aşağıdaki izleme yöntemlerinden hangisi bebekte gelişme kusurunu, fetüs anormalliklerini, doğumun ne şekilde yapılması gerektiğini öğrenmek amacıyla görsel olarak yapılır?

A) Renkli dobler

B) Koryon villus biyopsisi

C) Kordonosentez

D) Amniyosentez

E) Ultrasonografi

40. Aile planlaması çalışmaları;

I. İstenilen zamanda çocuk sahibi olmak

II. Gebelikten korunma yöntemleri konusunda bilgi vermek

III. Çocuk sahibi olmak isteyenlere yardımcı olmak

IV. Toplum ve aile sağlığını korumak

ifadelerinden hangilerini kapsar?

A) I ve II B) I ve III C) I, II ve III

D) II, III ve IV E) I,II,III ve IV

2. ÜNİTE

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ



BÖLÜMLER

1. BÖLÜM: Komünite Ekolojisi

2. BÖLÜM: Popülasyon Ekolojisi

HAZIRLIK SORULARI

1. Çevre kirliliğinin ekosistem üzerindeki etkileri nelerdir?
2. Yangın, deprem, sel gibi etkenlerle yapısı bozulan yaşam alanları kendilerini nasıl onarabilir?
3. Türler arası rekabet, türlerin ekosistemdeki işlevlerini nasıl etkiler?

KOMÜNİTE VE POPÜLASYON EKOLOJİSİ

1. BÖLÜM: Komünite Ekolojisi

Bu bölümde komünitenin yapısını, tür içi ve türler arası rekabeti, canlılar arasındaki simbiyotik ilişkileri ve süksesyonu öğreneceksiniz.

11.2.1.1. Komünitenin Yapısına Etki Eden Faktörler

Yeryüzünün belirli bir alanında yaşayan ve birbirleriyle sürekli etkileşim hâlinde olan canlılar ile bu canlıların içinde bulundukları cansız çevreyle süreklilik oluşturduğu ekolojik sistemlere **ekosistem**, ekosistemleri inceleyen bilim dalına ise **ekoloji** denir.

Bir organizmanın çevresini ışık, sıcaklık, nem, rüzgâr gibi cansız (abiyotik) bileşenlerin yanı sıra mikroorganizma, parazit, bitki ve hayvan gibi canlı (biyotik) bileşenler oluşturur.

Organizmaların birbirleriyle ve içinde bulundukları çevre ile olan etkileşimi farklıdır. Yaşama alanlarının içinde yer alan canlılar ekolojik organizasyon düzeylerine göre küçükten büyüğe doğru **organizma, popülasyon, komünite, ekosistem** şeklinde sıralanabilir (Görsel 1.1).



a) Bir türe ait her birey organizmadır.



b) Belirli bir alanda yaşayan aynı türe ait bireyler popülasyonu oluşturur.



c) Belirli bir alanda etkileşim halinde bulunan canlıların oluşturduğu topluluk komünitedir.



d) Komünite + Cansız çevre ekosistemi oluşturur.

Görsel 1.1: Canlıların ekolojik organizasyon düzeylerine göre gösterimi

Komünite, belirli bir çevrede birbirleriyle etkileşim içinde bulunan tüm popülasyon topluluklarının genel adıdır. Komüniteleri oluşturan canlı türlerinin birbirleriyle ve bulundukları çevreyle ilişkisini inceleyen ekoloji dalı **komünite ekolojisi** adını alır. Örneğin, Sapanca Gölü'nde bulunan tüm canlı organizmaların oluşturduğu topluluk komünitedir. Göl içindeki canlıların birbirleriyle beslenme, ışık vb. faktörler için oluşturdukları rekabet ilişkilerini ve gölde oluşan kirlilik, ısı değişimi, ışık miktarı gibi etmenlerin canlıları nasıl etkilediğini komünite ekolojisi araştırır.

Canlı organizmaların içinde yaşadığı çevre sabit değildir. Bir canlı türünün ya da canlı topluluklarının doğal olarak yaşayıp ürediği alanlara **habitat** denir. Habitat, canlıların doğadaki adresidir. Organizmaların yaşadığı ve ürediği habitat bir gecede bile değişebilir. Bu nedenle ekolojik araştırmalar, değişimi meydana getiren etmenlerin yanı sıra organizmaların değişen ortam koşullarına olan adaptasyonuna kadar çok geniş kapsamda yapılmaktadır.

Ekosistem içinde yer alan komünitelerin yapıları farklıdır ve her komüniteyi doğa olayları, insan faaliyetleri gibi etmenler farklı şekilde etkilemektedir.

Komüniteler kendilerine özgü yapı ve görev ilişkileri olan yaşam birimleridir. Her komünite büyüklük ve içerdiği tür bakımından farklılık gösterir. Örneğin, Toros Dağları'ndaki komünitenin tür çeşitliliği ile Sapanca Gölü'ndeki komünitenin tür çeşitliliği birbirinden farklıdır. Komüniteyi oluşturan türler, aynı yaşam ortamını paylaşır ve birbirlerini doğrudan ya da dolaylı olarak etkiledikleri gibi içinde bulundukları yaşam ortamındaki değişikliklerden de etkilenirler. Örneğin sıcaklık, fırtına, sel, kuraklık gibi doğa olayları ile orman yangını, ağaç kesme, aşırı otlatma, anız yakma gibi insan faaliyetleri organizmaları yok eden, kaynak kullanımını değiştiren uygulamalardır. Bütün bunlar, komünite yapısını olumsuz etkiler. Komünite yapısının bozulması ve tür çeşitliliğinin azalması daha çok insan müdahalesi ile olmaktadır. Bu nedenle toplumdaki her bireyin içinde yaşadığı doğayı önemsemesi, saygı duyması, tarihsel ve doğal mirasa duyarlı olması gerekmektedir.

Komünitelerin büyüklüğü ve yapısı, komüniteyi oluşturan türlerin sayı ve çeşitliliği; ısı, ışık, toprak gibi abiyotik faktörlerin organizmalar üzerindeki etkisiyle ilgilidir. Bir komünitedeki biyoçeşitliliğin ölçümünde tür zenginliğinin yanı sıra türlerin nispi yoğunluğunun da dikkate alınması gerekir. Çünkü iki komünitede tür zenginliği aynı olsa bile bu türlerin nispi yoğunlukları farklı ise komünitelerin biyoçeşitliliğinin de farklı olduğu izlenimini vermektedir (Görsel 1.2).



a komünitesi *b komünitesi*

Görsel 1.2: İki komünitenin tür zenginliği aynı olmasına karşın, a komünitesindeki türlerin daha dengeli dağılması, b komünitesinden daha fazla çeşitlilik gösterdiği izlenimini vermektedir.

Çevresel faktörlerin elverişli olması durumunda birbirine komşu olan iki komünitenin yaşam alanı genişler ve aralarında oluşan geçiş bölgelerine **ekoton** denir. Örneğin, göl ve orman yaşama alanının kesiştiği bölgeler ekoton olarak tanımlanır (Görsel 1.3). Ekotonlar zengin tür çeşitliliğine sahiptir ve ekotonlarda türler arası rekabet fazladır. Ekotonlarda yaşayan canlıların ekolojik tolerans aralığı geniştir. **Ekolojik tolerans**, bir canlının zarar görmeden dayanabildiği bir çevre faktörünün en az ve en çok değerleri arasındaki farkın derecesidir.



Görsel 1.3: Ekotonlar tür yönünden zengin geçiş bölgeleridir.

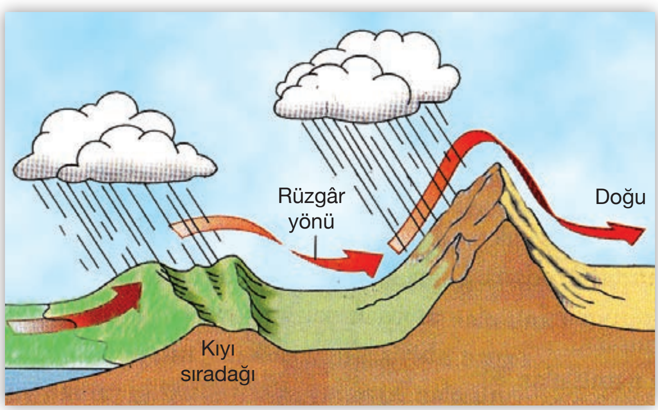
Çevresel değişimlerden en çok etkilenen türler, ekolojik toleransları düşük olanlardır. Bunlara **gösterge tür** adı verilir. Örneğin alabalıklar soğuk ve bol oksijenli suları tercih eder. Bu nedenle alabalıklar oksijen bakımından zengin suların gösterge türleridir.

Komünitelerin tür çeşitliliğini, bulundukları bölgenin ekolojik özellikleri etkiler. Komünitelerin içinde sayı ve faaliyet bakımından göze çarpan türler vardır. Bu türlere **baskın tür** denir. Karasal komunitelerde baskın tür bitkilerdir. Komünitelerde baskın türün aksine sayısı çok olmayan, ancak komünitelerin geleceğini belirlemede önemli rol oynayan türler de bulunur. Bunlara **kilit taşı türler** denir. Örneğin, deniz yıldızı popülasyonu ekosistemden çıkarılırsa, artan deniz kestaneleri mercan kayalıklarını yok eder, midyelerin aşırı artması birçok türü ortamdan uzaklaştırır. Bu durumda komünitenin kilit taşı türü, denizyıldızı'dır.

Karasal ve Sucul Ekosistemlerde Tür Çeşitliliğine Neden Olan Faktörler

Karasal ekosistemlerde tür zenginliği genellikle Ekvator'dan kutuplara doğru azalır. Ekosistem içinde komünitelerin biyolojik çeşitliliğini enleme bağlı olarak ışık, sıcaklık, yağış, nem, yükselti gibi faktörlerle birlikte dağların yüksekliği ve sıralanışı belirler.

Dünyanın farklı enlemlerinde yer alan bölgeler, güneş ışınlarını farklı açılarda alır ve farklı sıcaklık değerlerine sahip olur. Örneğin, tropikal bölgelerde hava, sıcaklığa bağlı olarak yükselir. Yükselen hava soğur ve içindeki nem yoğunlaşır. Bu nedenle bölge bol yağış alır ve zengin tür çeşitliliğine sahip olur.



Görsel 1.4: Dağlık bölgelerde yükselen nemli hava yoğunlaşarak yağışa neden olur.

Dağlık bölgelerde nemli hava rüz-gârın etkisiyle dağ boyunca yükselir ve yoğunlaşarak yağışlara neden olur (Görsel 1.4). Diğer taraftan alçalan kuru hava kurak bir çevre yaratır. Örneğin, ülkemizde Kuzey Anadolu Dağları'nın Karadeniz'e bakan yamaçları bol nem nedeniyle zengin bitki örtüsüne sahiptir. Bu dağların güney yamaçlarında ise kuru hava, fakir bir bitki örtüsüne neden olur.

Sucul ekosistemlerde komünitelerin biyolojik çeşitliliği suyun derinliğine ve kirliliğine bağlı olarak değişir.

Su içinde fotosentez yapan organizmaların yayılışını ışık miktarı belirler. Suların derinliği arttıkça ışık, ısı ve oksijen miktarı azaldığından tür çeşitliliği de azalır. Suya karışan evsel ve endüstriyel atıklar, tarımsal kirleticiler, nükleer atıklar suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerini değiştirerek su kirliliğini oluşturur (Görsel 1.5). Kirli sulardaki mikroorganizmalar organik atıkları parçalayarak hızla çoğalır. Buna bağlı olarak suda çözünmüş oksijen azalırken karbondioksit, hidrojensülfür gibi gazlar artar. Bu durum, sucul ekosistemlerin biyolojik çeşitliliğini olumsuz etkiler.



Görsel 1.5: Bazı atıklar su kirliliği oluşturur.

Etkinlik: Teraryum Hazırlama

Amaç

Teraryum hazırlamayı öğrenerek canlıları doğal ortamlarında gözlemlemek

Ön bilgi

Çeşitli böcekler, yılan, kertenkele gibi sürüngenler, kuşlar, fareler ve bitkiler için hazırlanan susuz akvaryuma **teraryum** adı verilir. Teraryumu hazırlarken seçeceğiniz bitki ve hayvan örneklerini, size zarar vermemesi için öğretmeninizin rehberliğinde belirleyiniz.



Araç Gereçler

Akvaryum ya da uygun bir kap, kertenkele, çeşitli böcekler ve bitkiler, ince kum veya toprak, çakıl taşları ve bir iki tane kaya parçası, köpük, termometre, halojen ampul.

Etkinliğin Yapılışı

Beslenecek canlıların büyüklüğüne göre uygun kabı seçiniz. Eğer cam kap kullanacaksanız içine yerleştireceğiniz taş ve kaya parçalarını koyarken dikkatli olunuz. Teraryumun hava almasını sağlamak için tabanına önce çakıl taşları döşeyiniz. Taşların üzerine ince kum ya da toprağı yayınız. Bu şekilde bitki yetişmesi sırasında verilen suyun fazlası alttaki boşluğa gidecek ve kabın tabanı bataklığa dönüşmeyecektir.

Kertenkeleler açık arazi ve kayalık yerlerde yaşadığından teraryum içine kaya parçaları koyunuz. Besleyeceğiniz canlıların doğal yaşamına uygun bitkiler seçerek yerleştiriniz. Birkaç ağaç dalı da koyabilirsiniz.

Kertenkelenin düz duvarlara tırmanabildiğini düşünerek doğal yaşam ortamına uygun fon oluşturabilirsiniz. Bunun için arka fona köpük yerleştiriniz ve üzerine kayalar arasından çıkmış gibi birkaç tane yapraklı ağaç dalı dikiniz. Hazırladığınız teraryumun içine kertenkele ve birkaç böcek koyunuz. Teraryuma termometreyi yerleştirerek ortamın sıcaklığının 26°C'un altına düşmemesine dikkat ediniz. Bunun için halojen ampuller kullanabilirsiniz. Sıcaklık düşerse kertenkelenin kış uykusuna yatacağını unutmayınız.

Sıra Sizde

Yaşadığınız bölgedeki orman, göl, deniz, akarsu veya nehir ekosistemini olumsuz etkileyen etmenleri ve bu etmenlerin son 10 yıl içinde bölgedeki canlı çeşitliliği üzerindeki etkilerini araştırınız. Bu çalışma için sınıfınızda gruplar oluşturunuz. Oluşturduğunuz gruplara adil davranarak görev paylaşımı yapınız. Arkadaşlarınızla iş birliği yaparak, yardımlaşarak çözüm önerileri geliştiriniz.

11.2.1.2. Komünitede Tür İçi ve Türler Arasındaki Rekabet

Canlı organizmaların yeryüzüne yayılmasında ve yoğunluğunda çevresel faktörlerin etkili olduğunu öğrendiniz. Komüniteyi oluşturan türlerin yoğunlukları, bireyler arasındaki rekabet ve av-avcı ilişkisi ile de ilgilidir.

Bireyler yaşamak, üremek, varlıklarını sürdürebilmek için bulundukları alanı korumak ve beslenmek zorundadır.

Organizmaların bulundukları ortamda yaşamlarını sürdürebilmeleri ortam kaynaklarını en iyi şekilde kullanabilmeleri ile mümkündür.

Komünite içinde aynı beslenme basamağında yer alan canlılar, temel gereksinimlerini karşılamak için birbirleriyle rekabet ederler. Rekabet aynı türün bireyleri arasında olabileceği gibi farklı türler arasında da olabilir (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Canlılar yaşamlarını sürdürmek için rekabet eder.

A. Tür İçi Rekabet

Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için besin, ışık, su, yaşam alanı gibi çevresel kaynaklara gereksinim duyar. Canlıların gereksinim duydukları kaynaklar sınırlı değilse tür içi rekabet söz konusu olmaz. Eğer belirli bir bölgede yaşayan bir türe ait bireylerin kaynağa olan gereksinimlerinin toplamı, var olan kaynak miktarını aşıyorsa bireyler o kaynak için rekabet eder.

Tür içi rekabette bireylerin ortak özelliklere sahip olması ve benzer kaynakları kullanması, çevresel koşullara aynı şekilde tepki vermelerine neden olmaktadır.

Genetik çeşitlilik, bireylerin rekabet ettiği kaynak üzerinde zayıf ya da güçlü olmasını belirler. Örneğin, aynı türe ait iki bitkiden uzun boylu olanı, kısa boylu bitkiyi gölgede bırakarak onun gelişimini engeller. Dolayısıyla tür içi genetik çeşitlilik rekabetin sonuçları üzerinde etkilidir.

Rekabet olayında önemli bir etmen de birey sayısıdır. Aynı türe ait bireylerin sayıca artması tür içi rekabeti artırır. Bu durum, birey başına düşen kaynak miktarının azalmasına, bireyin büyüme oranının ve üreme hızının yavaşlamasına neden olur. Örneğin aynı tür bitkiler, belirli aralıklarla ekildiğinde sağ-

lıklı gelişirken çok sık ekildiğinde uzun ve ince gövdeli olur, az çiçek verir (Görsel 1.7). Yer, ışık, su ve besin için rekabet, orman bitkileri için de geçerli olduğundan çevresel faktörler ağaç yoğunluğu üzerinde de etkilidir.

B. Türler Arası Rekabet

Aynı komünite içinde yaşayan türlerin kullandıkları kaynaklar ne kadar ortak olursa o kadar sınırlı olur ve rekabeti aynı ölçüde artırır.

Bir organizmanın yaşamını sürdürmek için çevresini kullanma yolları, beslenmesi, korunması, üremesi ve diğer canlılarla ilişkisi o canlının **ekolojik nişi**dir. Rekabet, türlerin ekolojik nişlerini de etkiler. Canlının nişi, sahip olduğu genetik özellikleri ile belirlenir (Görsel 1.8).

Beslendikleri mikrohabitat aynı olan türler komünitede bir araya geldiklerinde aralarında rekabet başlar. Türler bu durumda ya mikrohabitatlarını değiştirir ya rekabeti kaybederek elenir ya da kaynak paylaşımına yönelir. Örneğin, aynı komünite içinde yaşayan ve böcek yiyerek beslenen yakın akraba üç çalı kuşunun, ağacın farklı kısımlarında bulunan mikrohabitatları kullanarak kaynak paylaşımı yaptıkları ve bir arada yaşayabildikleri gözlenmiştir.

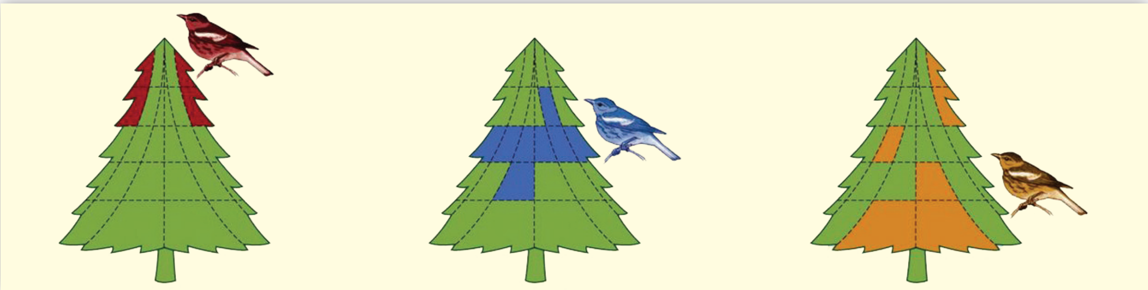


Görsel 1.7: Belirli aralıklarla ekilmiş kereviz bitkisi



Görsel 1.8: Ökse otu kuşu, ökse otunun tohumlarıyla beslenir ve bu bitkinin çevreye yayılmasında rol oynar.

Princeton (Prinstın) Üniversitesinden Robert MacArthur (Rabırt Makartur), yakın akraba çalı kuşu türlerinin birlikte bulundukları komüniteyi incelediğinde kuşların beslendikleri mikrohabitatların farklı olduğunu görmüştür. Ağacın farklı kısımları bu kuşlar için mikrohabitat özelliğindedir. Bu kuşlardan Mersin çalı kuşu ardıç ağaçlarının alt dallarında beslenirken doru renkli göğse sahip olan çalı kuşu, ağacın orta kısımlarında bulunan böceklerle, ABD'nin New Jersey eyaletindeki Cape May (Keyp Mey) ilçesinde yaşayan çalı kuşu ise aynı ağacın tepe kısımlarına doğru ve dalların dış tarafındaki böceklerle beslenmektedir (Görsel 1.9).



Cape May çalı kuşu — Doru göğüslü çalı kuşu — Mersin çalı kuşu

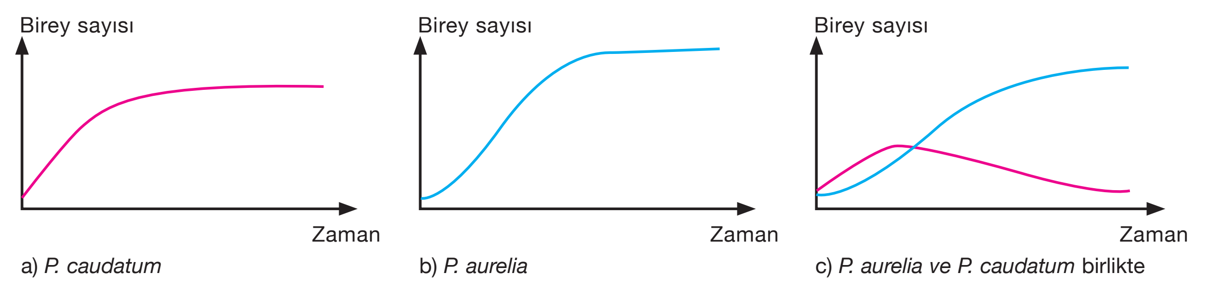
Görsel 1.9: Aynı komünitede bulunan çalı kuşlarının beslendikleri mikrohabitatların şematik gösterimi

Sıra Sizde

Bir tarım arazisinde kültür bitkileri ile yabani otlar arasındaki rekabetin birim alandan elde edilecek verimi düşürmemesi için neler yapılabileceğini araştırınız. Elde ettiğiniz bilgileri sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

Türler arası rekabet ile ilgili önemli çalışmalardan biri de Rus Ekolog G. F. Gause'a (F. Gaus) aittir. Gaus, besin miktarının aynı cinse ait iki türün bireyleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Deneyinde, birbirine yakın akraba tür olan *Paramecium aurelia* (Paramesyum aurelya) ile *Paramecium caudatum* (Paramesyum kaudatum) adlı iki protist türünü kullanmıştır. İki türü ayrı kültür ortamlarına almış ve her gün sabit miktarda besin eklemiştir. Ayrı kültür ortamlarında bulunan türlerin birey sayısı önce artmış, sonra sabit bir değerde kalmıştır (Görsel 1.10.a-b).

Gause, başka bir deneyde iki türü aynı kültür ortamına birlikte koymuştur. 16. günün sonunda ortamda yalnız *P. aurelia*'nın yaşamaya devam ettiğini, *P. caudatum*'un ise yok olma sürecine girdiğini gözlemlemiştir (Görsel 1.10.c). Deney sonucunu sınırlı miktardaki ortak besini *P. aurelia*'nın daha çok tüketmesi ve daha hızlı üreme özelliğine sahip olması belirlemiştir. Bu durum Gause'un r**ekabette eleme prensibi** olarak adlandırılmıştır.



Görsel 1.10: a) ve b) P. caudatum ile P. aurelia'nın ayrı kültür ortamlarında,
c) Aynı kültür ortamında gelişme eğrilerini göstermektedir.

Başka bir araştırma da Chicago (Şikago) Üniversitesinden Thomas Park (Tomas Park) ve arkadaşları tarafından yapılmıştır. Bu bilim insanları *Tribolium* (Tribolyum) cinsine ait iki un biti ile çalışmıştır. *T. confusum* (T. konfusum) ve *T. castaneum* (T. kastaneyum) aynı un kabı içinde birlikte tutulduklarında *T. castaneum* genellikle sıcak ve nemli ortamda rekabeti kazanırken *T. confusum*'un çoğalması için serin ve kurak koşulların gerekli olduğu belirlenmiştir.

C. Av-Avcı İlişkisi

Komüniteyi oluşturan popülasyonlar arasında rekabet dışında av-avcı ilişkisi de vardır. Av-avcı ilişkisi hayvan türleri arasında olduğunda canlıyı besin olarak kullanana **avcı**, besin olan canlıya ise **av** denir. Canlılar yaşamlarını sürdürebilmek için bazı özel yapılara sahiptir. Örneğin, pek çok avcı türünün koku alma duyuları, avını yakalamaya yarayan pençeleri gelişmiştir. Bazıları da avını uyuşturan zehir üretir. Av ise kaçmak için ya hızlı hareket eder ya da hareketsiz kalır. Bazı avlar düşmanını etkisizleştiren salgı üretir veya salgısıyla ortamı bulanıklaştırarak kaçar. Bitkiler de otçul hayvanlardan dikenli yapıları ve zehirli salgıları ile korunur.

Bazı canlılar, başkalarının davranışlarını taklit ederek avlanabilir ya da düşmanlarından korunabilir. Başkalarını taklit etme davranışına **mimikri** denir. Örneğin, *Viceroy* (Viseroy) kelebeği, zehirli olan *Monark* (Monark) kelebeğine benzeyen görüntüsü ile düşmanlarından korunur. Bazı sucul kaplumbağalar dillerini kıvırarak solucanlara benzetir ve balıkları kolayca avlar.

Çarkıfelek bitkisi ise kelebek yumurtalarını taklit ederek yapraklarının üzerinde sarı benekler oluşturur. Böylece kelebeğin yumurta bırakmasını önler. Çünkü kelebekler, yumurta bırakılmış bir yere kendi yumurtalarını bırakmaz. Görüntüleriyle kırılmış ağaç dalına benzeyen güve kelebeği, yaprağa benzeyen kelebek de avcılarından korunmaktadır (Görsel 1.11).



a



b



c

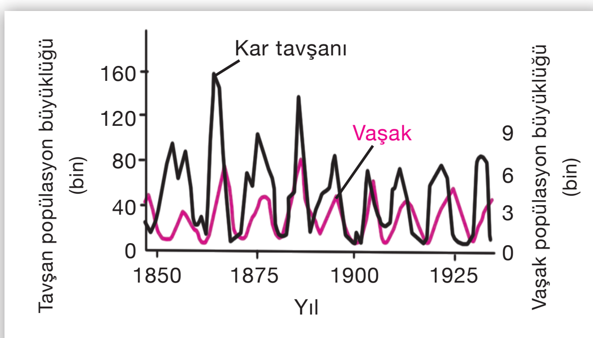
Görsel 1.11: Mimikri örnekleri a) Çarkıfelek bitkisinin yaprakları üzerindeki sarı benekler, b) Kırılmış ağaç dalına benzeyen güve kelebeği, c) Yaprağa benzeyen kelebek

Av ile avcı popülasyonlarının bulunduğu komünitede popülasyon gelişimleri birbirine bağlı olarak artma ve azalma eğilimi gösterir. Avcı fazla avlanırsa av azalacağı için bir süre sonra avcı popülasyonunda da azalma görülür. Bunun paralelinde avcı azalırsa av sayısında artma gözlenir. Dolayısıyla av-avcı popülasyonunun büyüklüğünde dalgalanmalar görülür.

Kanada ve Alaska'nın kuzey ormanlarında yaşayan kar tavşanı ile vaşak popülasyonu arasındaki ilişki av-avcı popülasyonuna örnektir. Kar tavşanı av, vaşak ise avcıdır (Görsel 1.12). Vaşaklar bol besin bulduklarında çoğalır. Bu durum, kar tavşanlarının azalmasına neden olur. Tavşanlar azalınca vaşaklar açlık sorunu ile karşılaşır ve ölümler artar. Vaşaklar azalınca tavşanların sayısı artar. Bu olay, devirsel olarak devam eder (Görsel 1.13).



Görsel 1.12: Kar tavşanı ve vaşak



Görsel 1.13: Av-avcı ilişkisi

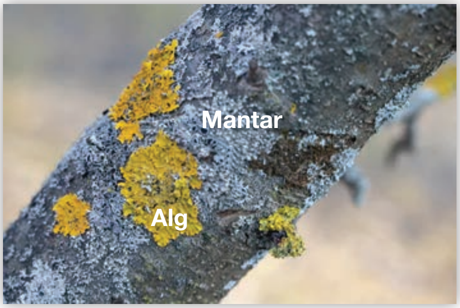
11.2.1.3. Komünitede Türler Arasında Simbiyotik İlişkiler

Bir komünitede yer alan canlılar farklı beslenme şekillerine sahiptir. Üretici canlılar, fotosentez ve kemosentez olaylarıyla inorganik bileşiklerden organik besinlerini sentezleyebilirken tüketiciler, organik besinlerini dışarıdan hazır olarak alırlar. Ayrıştırıcı (çürükçül) olarak adlandırılan canlılar ise organik atıkları parçalayarak doğadaki madde döngüsünde önemli rol oynarlar.

Komünitede yer alan canlılar birbirleriyle etkileşim hâlinde bulunurlar ve farklı ekolojik ilişkiler oluştururlar. Bir komünitede yer alan farklı türe ait bireylerin beslenme, korunma, yuva kurma, üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirmek için kurdukları ekolojik ilişkiye **simbiyoz** (birlikte yaşam) denir. Komünite içinde simbiyoz yaşam, bireyler için yararlı, zararlı ya da etkisiz olabilir. Simbiyoz yaşam şekilleri mutualizm, kommensalizm, amensalizm ve parazitizm olarak gruplandırılabilir. Mutualizm ve kommensalizm yararlı, parazitizm ve amensalizm ise zararlı birlikleri oluşturur.

A. Mutualizm

Mutualizm, komünite içinde birlikte yaşayan iki ya da daha fazla türün birbirine yarar sağladığı yaşam biçimidir. Birliktelik bozulursa iki tür de zarar görür ve bu türlerin hayatta kalma şansları azalır. Bu durum **sıkı mutualizm** (zorunlu mutualizm) olarak tanımlanır. Sıkı mutualizmin en iyi bilinen örneği liken birliğidir. Alg ve mantarlardan oluşan liken birliğinde alg üreticidir, mantara besin ve oksijen sağlar (Görsel 1.14). Mantar ise tüketicidir, algin su ve mineral gereksinimini karşılar. Ayrıca mantar, alg için tutunma ve korunma ortamı oluşturarak algin hayatta kalmasında etkili olur.



Görsel 1.14: Ağaç gövdesindeki alg ve mantarlar

Baklagiller ile bu bitkilerin köklerinde yaşayarak nodül denilen yumruları oluşturan azot bağlayıcı bakteriler arasında da karşılıklı faydaya dayanan bir yaşam şekli vardır. Azot bağlayıcı bakteriler, toprağın azot bakımından zenginleşmesini sağlarken baklagiller de bakterinin hem barınmasını hem de fotosentez ürünlerinden yararlanmasını sağlar.

Bir karınca türü, akasya ağacının nektar ve yapraklarını besin, gövde ve saplarını yuva olarak kullanır. Bunun karşılığında karıncalar, akasya ağacını bitki yiyen böceklerden korur. Sarılıcı bitkilerin zarar vermesini önler ve gölge yapan komşu ağaçların yapraklarını döker. Karıncalar bir şekilde yok edilirse akasyalar zarar görür (Görsel 1.15).



Görsel 1.15: Akasya ağacı ve karınca arasında mutualist ilişki vardır.

Termitler (beyaz karıncalar) ağaçlarda yaşar ve odun yiyerek beslenir. Yedikleri odunun selülozunu bağırsaklarında yaşayan tek hücreli bakteriler aracılığıyla sindirir. Bakteriler de bulundukları ortamda hem barınır hem de beslenir.

İnsanın da kalın bağırsağında yaşayan bazı bakterilerle mutualist ilişkisi vardır. Kalın bağırsağımızda yaşayan bazı bakteriler K ve bazı B vitaminlerini üreterek bize fayda sağlarken kendileri için de yaşama ve beslenme ortamı bulur.

Komünite içinde yer alan ve türler arasında zorunlu olmayan mutualizm örnekleri de vardır. Bu canlılar birlikte yaşadıklarında birbirlerine fayda sağlar, ayrıldıklarında ise yaşamaya devam ederler. Bu yaşam biçimi **gevşek mutualizm** (isteğe bağlı mutualizm) olarak tanımlanır. Örneğin, dev bir deniz levreğinin vücut yüzeyi, çöpçü balığı tarafından temizlenir. Çöpçü balığı da besin ihtiyacını karşılamış olur. Ancak ikisi de yaşamlarını ayrı olarak sürdürebilir.



Görsel 1.16: Oxpecter cinsi kuşlar ile siyah bizon arasındaki gevşek mutualizm

Oxpecter (Okspekter) cinsi kuşlar, siyah bizonun derisinde yaşayan keneleri toplar (Görsel 1.16). Kuş bu yolla besinini sağlarken bizon da parazitlerden temizlenmiş olur. Her iki tür de birbirine fayda sağlar ancak ayrıldıklarında da yaşamlarını sürdürebilir.

Pek çok bitkinin, tozlaşması ve tohumlarının geniş bir alana yayılması hayvanlarla kurulan mutualist ilişki ile gerçekleşir. Bitkiler farklı renk ve kokularıyla birlikte şekerli bir çözelti olan nektar üreterek hayvanları cezbeder. Böcekler bitki öz sularını emerken kanat ve bacaklarına yapışan polenleri taşıyarak tozlaşmaya yardımcı olur.

B. Kommensalizm

Kommensalizm yaşam şeklinde, birlikte yaşayan iki türden biri yarar görürken diğeri olumlu ya da olumsuz etkilenmez. Yarar gören canlı **kommensal** olarak tanımlanır. Kommensal yaşam ile ilgili örnekler aşağıda açıklanmıştır.

Denizhıyarının solunum sisteminde yaşayan küçük tropik bir balık, burada avcılardan korunur. Beslenmek için gece dışarı çıkar. Daha sonra tekrar denizhıyarının solunum kanalına girerek yuvasına yerleşir. Denizhıyarı bu birliktelikten etkilenmez.

Midye ile mikroskobik omurgasız bir canlı olan *Bryozoa* (Biryoza) arasındaki birliktelikte ise *Bryozoa*, konak olan midyenin kabuğuna tutunarak su akıntısı ile gelen besinlerden yararlanır. Midye bu birliktelikten yarar veya zarar görmez.



Görsel 1.17: Köpek balığı ve Echeneis arasındaki kommensal yaşam

Köpek balığına vantuzları ile tutunarak yaşayan *Echeneis* (Ekenis) adlı küçük bir balık, köpek balığının besin artıklarıyla beslenir ve korunur (Görsel 1.17). *Echeneis* bu birliktelikten yarar görürken köpek balığı etkilenmez.

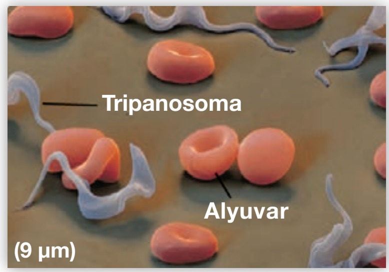
C. Amensalizm

İki türden birinin etkilenmediği, diğerinin zarar gördüğü ilişki türüdür. Genellikle rastgele ortaya çıkar. Örneğin ceviz ağacının yaprak ve meyvelerinde üretilip yağmurla toprağa karışan bir madde, diğer bitki türlerinin gelişimini olumsuz etkiler. Ceviz ağacı ise bu durumdan etkilenmez.

Ç. Parazitizm

Parazitizm, birlikte yaşayan iki türden biri yarar sağlarken diğerinin zarar gördüğü yaşam şeklidir. Birliktelikten yararlanan canlıya **parazit** (konakçı), zarar gören canlıya **konak** ya da **konukçu** denir. Parazit, yaşamının çoğunu canlı konağın vücudu içinde ya da üzerinde geçirir ve konağa zarar verecek şekilde besin ihtiyacını sağlar. Konağın hastalanmasına neden olan parazitler **patojen**, konağın ölümüne neden olan parazitler ise **parazitoit** olarak adlandırılır. Parazit canlılar; bir hücreli, hayvansal ve bitkisel parazitler olmak üzere üç grupta incelenir.

1. Bir hücreli parazitler: Bir hücreli parazitlere örnek olarak uyku hastalığına neden olan *Tripanosoma gambience* (Tripanozoma gambiens) (Görsel 1.18), sıtma hastalığına neden olan *Plazmodium malaria* (Plazmodyum malarya) ve amipli dizanteriye neden olan *Entamoeba histolytica* (Entamöba histolitika) verilebilir. *Entamoeba histolytica* bağırsak duvarını tahrip ederek kanlı ishale ve ülsere neden olabilir.



Görsel 1.18: Alyuvar hücreleri arasında uyku hastalığına neden olan Tripanosoma gambience'in mikroskobik görüntüsü

2. Hayvansal parazitler: Yaşadıkları yere göre dış parazitler (ektoparazit) ve iç parazitler (endoparazit) olmak üzere ikiye ayrılır.

a. Dış parazitler: Bu parazitler konağın dış yüzeyinde yaşar. Genellikle konağın kıl, deri, tüy ya da pul gibi yapılarını yiyerek veya kanını emerek beslenir. Sindirim sistemleri vardır. Ancak sindirim enzimleri yetersizdir. Bu nedenle besinlerinin bir kısmını konak canlıdan sindirilmiş olarak alırlar. Duyu ve hareket organları çok gelişmiştir. Üreme hızları yüksektir. Pire, bit, kene, sivrisinek, uyuz böceği dış parazitlere örnektir (Görsel 1.19). Dış parazit olan bazı keneler, Kırım Kongo Kanamalı Ateşine; anofel türü dişi sivrisinek, sıtma hastalığına; pire, vebaya; bit, tifüse; uyuz böceği, uyuz hastalığına neden olabilmektedir.



Görsel 1.19: Dış parazit örneklerinin büyütülmüş görüntüleri

b. İç parazitler: Konağın sindirim, solunum, ürogenital sistemindeki kanallarda ya da kas ve karaciğer dokularında yaşarlar. Sindirim enzimleri gelişmemiş olduğundan sindirilmiş besinlerle beslenirler. Üreme sistemleri ve tutunma organları gelişmiştir. Tenya, bağırsak solucanı, karaciğer kelebeği,

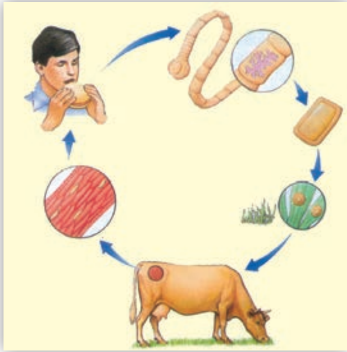
kancalı kurt iç parazitlere örnektir. İç parazitlerin yumurtaları çiğ ya da iyi pişmemiş etlerle ya da iyi yıkanmamış sebzelerle insan vücuduna alınabilir (Görsel 1.20).



a)



b)



c)

Görsel 1.20: a-b) İç parazit olan bağırsak solucanlarının ultrason görüntüleri, c) vücuda girişinin şematik gösterimi

Kancalı kurt, çıplak ayakla toprakta dolaşırken yara, çatlak gibi yerlerden kan dolaşımına katılarak bağırsaklara yerleşebilir. Parazitler karaciğer, alyuvar, bağırsak gibi yapılarda üreyerek kansızlığa ve bazı alerjik hastalıklara neden olabilir. Vücuda girerek bağırsağa yerleşen parazitler bağırsak florasını bozarak yararlı bakterilerin ölümüne neden olabilir. Yararlı bakterilerin ölmesi sonucu öncelikle K ve B vitaminlerinin eksikliği oluşur. Buna bağlı olarak bağışıklık sistemi zayıflar ve hastalıklara yakalanma riski artar.

3. Bitkisel Parazitler: Bitkisel parazitler yarı parazit ve tam parazit olmak üzere iki gruba ayrılır.

a. Yarı parazitler: Kökleri gelişmediğinden emeç adı verilen değişime uğramış kökleri sayesinde gereksinim duydukları su ve suda çözünmüş mineralleri üzerinde yaşadıkları bitkinin odun borularından sağlarlar. Yaprakları vardır. Kloroplast taşıdıklarından fotosentez ile organik besinlerini üretebilirler. Elma ve badem ağaçları üzerinde yaşayan ökse otu, yarı parazit bitkilere örnektir (Görsel 1.21.a).

b. Tam parazitler: Kökleri gelişmemiştir. Yaprakları küçüktür ve kloroplastları yoktur. Bu nedenle fotosentez yapamazlar. Emeçleri ile üzerinde yaşadıkları bitkinin iletim demetlerine ulaşırlar. Bu canlının odun borularından su ve suda çözünmüş mineralleri, soymuk borularından organik besinleri alarak beslenirler. Küsküt otu ve canavar otu, tam parazit bitkilere örnektir (Görsel 1.21.b-c).



a) Ökse otu



b) Küsküt otu



c) Canavar otu

Görsel 1.21: Bitkisel parazit örnekleri

Bilelim

Yarı parazit ve tam parazit bitkilerin ortak özellikleri; emeçlerinin olması, su ve çözünmüş mineralleri üzerinde yaşadıkları bitkiden almalarıdır.

11.2.1.4. Komünitelerde Süksesyon

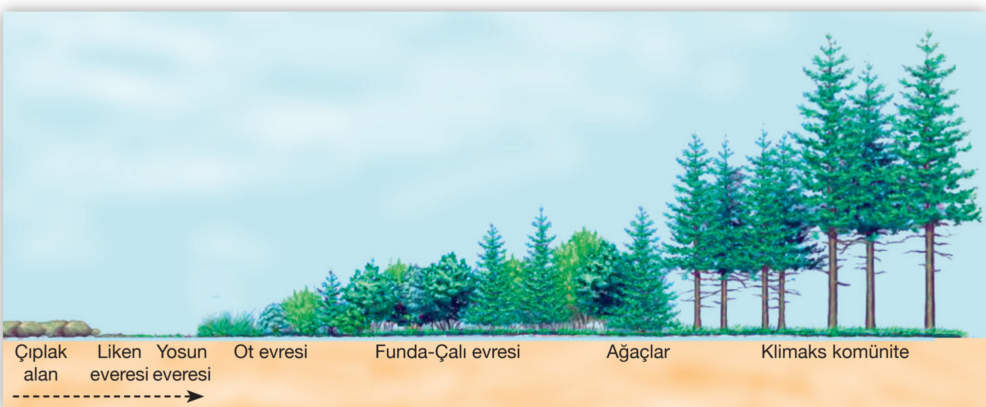
Komünitelerde sayıları, büyüklükleri ya da etkinlikleri ile diğerlerine göre daha belirgin olan türlerin **baskın tür** olduğunu biliyorsunuz. Karasal komünitelerde adlandırma baskın türe göre yapılır. Örneğin, çam ağaçlarının baskın olduğu ormana çam ormanı, meşelerin baskın olduğu ormana meşe ormanı denir (Görsel 1.22). Bazen baskın türler birden fazladır. Bu durumda baskın türlerin genel özelliklerine göre adlandırma yapılır. Örneğin, tropikal yağmur ormanı gibi. Ancak komüniteler dolayısıyla baskın türler zaman içinde değişebilir. İnsanların müdahalesi (baraj ve yol yapımı, aşırı otlatma gibi), sel, orman yangınları, kuraklık, erozyon, deprem, salgın hastalıklar, çevre kirliliği ve kimyasal maddeler yaşam alanlarının yapısını bozar. Yaşam alanlarının bozulmasıyla komüniteler yok olabilir ve yeni komünitelerin oluşum süreci başlar.



Görsel 1.22: Çam ormanı

Değişen ortam koşulları alana yavaş yavaş uyum sağlayan yeni türlerin yerleşmesine olanak tanır. Kararlı ve dengeli bir komünite (klimaks) olana kadar baskın türlerin aşamalı olarak birbirinin yerini almasına **süksesyon** (sıralı değişim = ardıllık) denir. Süksesyon süreci birincil (primer) ve ikincil (sekonder) süksesyon olmak üzere iki şekilde gerçekleşebilir.

Başlangıçta herhangi bir canlı organizmanın bulunmadığı alanlarda yeni bir komünitenin gelişmesine **birincil süksesyon** denir. Volkanik patlamalar, yer kaymaları, buzulların erimesi vb. sonucunda önce toprağın sonra yeni yaşam alanlarının oluşumu birincil süksesyona örnektir. Birincil süksesyon çok yavaş gelişir. Bazen binlerce yıl sürebilir. Bu süksesyonda toprak oluşumu, liken evresi, yosun evresi, ot evresi, funda-çalı evresi ve ağaç evresi sıralı değişim gösterir (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Herhangi bir canlının bulunmadığı alanda gelişen birincil süksesyonun şematik gösterimi

Tarım alanlarının terk edilmesi, yeni tren yollarının inşası, orman alanlarının kesim ya da yangın nedeniyle bozulması, su baskınları gibi müdahalelerle mevcut komünitenin ortadan kaldırıldığı yerlerde zamanla canlı çeşitliliğinin yeniden gelişmeye başlaması ise **ikincil süksesyon** olarak adlandırılır (Görsel 1.24).

İkincil süksesyon daha sık meydana gelir ve hızlı gelişir. Bu alanlarda toprak yapısı bozulmamıştır. Bu nedenle ikincil süksesyonun oluşacağı alan kendi hâline bırakılırsa müdahale edilmeden önceki durumuna geri dönebilir. Örneğin, tarım arazilerine dönüştürülen orman alanları terk edilecek olursa ikincil süksesyon sonucu yeniden ormanların oluştuğu gözlemlenir.



Terk edilmiş tren yolu



Yangından hemen sonra



Yangından 1 yıl sonra

Görsel 1.24: Çeşitli nedenlere bağlı gelişen ikincil süksesyon örnekleri

Araştırmalar sırasında terk edilmiş tarım alanlarında ikincil süksesyonun gelişim süreci şu şekilde gözlemlenmiştir: Tarım alanına ilk üç yıl boyunca ayrık otu, kazayağı, yaban çimeni gibi otsu bitkiler yerleşmiştir. Otsu bitkiler yerini bir süre sonra odunsu çalılara bırakmıştır. 5-10 yıl içinde çalıların yerini çam ağaçları almıştır. Çam ağaçlarının arasında meşe, dişbudak fidanları gelişmiş ve daha sonraki aşamada bu ağaçlar ortama egemen olmuştur. Sonuçta ortam koşullarına uygun kararlı bir komünite (klimaks) gelişmiştir.

Sıra Sizde

Bir göl kıyısından orman içlerine doğru yürüyüş yaparak çevresel değişiklikleri ve komünite yapısını gözlemleyiniz.

Gözlemleriniz sırasında toprak yüzeyindeki ışık yoğunluğuna, rüzgârın hızına, havadaki nem oranına, toprağın özelliğine, bitki ve hayvan çeşitliliğine dikkat ederek notlarınızı alınız. Mümkünse fotoğraflar çekiniz ve gözlemlerinizi bir sunumla sınıfta arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Simbiyotik yaşam şekillerinden hangisinde birlikteliğin bozulması her iki canlının da zarar görmesine neden olur?

....

2. Türler arasında rekabetin ortaya çıkmasına neden olan faktörler nelerdir?

....

3. Canlıların avcılarından korunmak için geliştirdikleri davranış şekillerini örnek vererek açıklayınız.

....

4. Kara ekosisteminde komünitelerin yayılımı hangi etmenlere bağlı olarak gerçekleşir?

....

5. Süksesyona neden olan etkenler nelerdir?

....

6. Sucul ekosistemlerdeki biyoçeşitliliğin bozulmasına kara komünitelerindeki hangi olumsuzluklar neden olabilir? Açıklayınız.

....

7. Mimikri nedir? Canlılar için önemini açıklayınız.

....

8. Ekolojik dengenin bozulması tür içi rekabeti nasıl etkiler? Açıklayınız.

....

B. Eşleştirme

Aşağıdaki ifadelerle tanımları eşleştiriniz.

1. Popülasyonların yaşam alanlarının kesiştiği ve tür çeşidinin fazla olduğu bölgeler

2. Üzerinde yaşadığı bitkiden su ve mineral gereksinimini karşılayan bitki

3. Aynı ya da farklı türlere ait bireylerin sınırlı miktardaki kaynak için yarışması

4. Bir türün komünite içinde gerçekleştirdiği işlev

5. Konak bitkiden hem organik hem de inorganik besin ihtiyacını karşılayan bitkiler

6. Bir komünitede sayısı ya da etkinliği fazla olan tür

7. Ortak yaşayan iki türden biri fayda sağlarken diğerinin etkilenmediği yaşam biçimi

8. Tür çeşitliliği çok yavaş değişebilen, denge hâlindeki olgun ve kararlı komüniteler

9. Konak canlıda hastalığa neden olan parazit organizmalar

10. Birlikte yaşamda, zarar gören canlıya verilen ad.

- [ ] **a.** Ekolojik niş
- [ ] **b.** Klimaks
- [ ] **c.** Tam parazit
- [ ] **ç.** Kommensalizm
- [ ] **d.** Ekoton
- [ ] **e.** Rekabet
- [ ] **f.** Yarı parazit
- [ ] **g.** Baskın tür
- [ ] **ğ.** Konak
- [ ] **h.** Patojen

C. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

üreme hızı	ekoton	ekoloji	kommensal yaşam
tam parazit	tür içi rekabet	su kirliliği	liken birliği

1. Ekosistemleri inceleyen bilim dalına .... denir.
2. Çevresel etmenlerle suyun fiziksel, kimyasal ve biyolojik özelliklerinin değişmesi sonucu .... oluşur.
3. Bir popülasyonu oluşturan canlıların gereksinim duydukları kaynaklar sınırlı ise .... ortaya çıkar.
4. Komşu komüniteler arasındaki tür yönünden zengin geçiş bölgelerine .... denir.
5. Birlikte yaşayan iki türden biri yarar görürken diğeri etkilenmiyorsa bu birliktelik .... olarak adlandırılır.
6. Kloroplastları ve kökleri olmayan .... bitkiler, üzerinde yaşadıkları bitkilerin odun ve soymuk borularından emeçleriyle besin gereksinimlerini karşılarlar.
7. Alg ve mantarlar arasında kurulan birliktelik .... olarak adlandırılır.
8. Tür içi rekabetin artmasına bağlı olarak .... yavaşlar.

Ç. Doğru-Yanlış

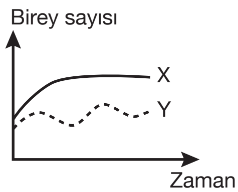
Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Tropikal bölgeler bol yağış alır ve zengin tür çeşitliliğine sahiptir. (......)
2. Canlılar ekolojik organizasyon düzeylerine göre organizma, popülasyon, komünite ve ekosistem olarak sıralanır. (......)
3. Bir ekosistemde yer alan komüniteler, yapı ve görev ilişkileri bakımından farklılık göstermez. (......)
4. Pek çok bitkinin tozlaşması ve tohumların geniş bir alana yayılmasında hayvanlarla kurulan mutualist ilişki önemli rol oynar. (......)
5. Rekabet yalnızca bir arada yaşayan farklı türler arasında gerçekleşir. (......)
6. Ekolojik nişleri aynı olan iki türün, aynı komünitede bir araya gelmesi rekabeti artırır. (......)
7. İç ve dış parazit canlıların üreme hızları yüksektir. (......)
8. Bir komünitenin baskın türüne ait birey sayısı her zaman fazladır. (......)

D. Değerlendirme Testi

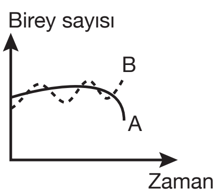
Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

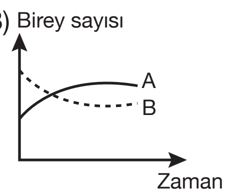
1.

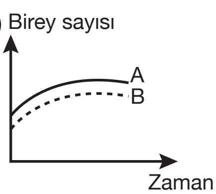


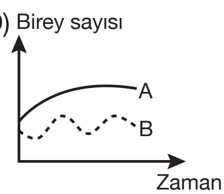
Bir komünitede bulunan X ve Y canlılarının büyüme grafikleri yukarıda verilmiştir.

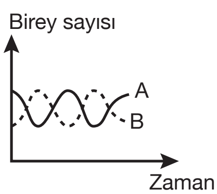
X canlısı, A canlısıyla mutalist; Y canlısı, B canlısıyla av-avcı ilişkisine sahipse bu canlıların aralarındaki etkileşimi aşağıdaki grafiklerden hangisi göstermektedir?

A)


B)


C)


D)


E)


2. I. Sindirim sistemleri vardır.

II. Duyu ve hareket organları çok gelişmiştir.

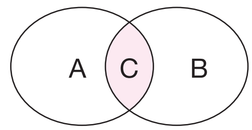
III. Konak canlıya zarar verirler.

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri hayvansal parazitler için ortak olarak söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I ve III

3.



A ve B komünitelerinin kesişim alanı olan C bölgesi ile ilgili olarak;

I. Tür çeşitliliği azdır.

II. Rekabet fazladır.

III. Canlıların değişen çevre koşullarına toleransı yüksektir.

özelliklerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) II ve III

4. Sucul ekosistemlerde, komünitelerin biyolojik çeşitliliğini ve dağılımını;

I. Işık miktarı

II. Oksijen miktarı

III. Suya karışan evsel ve endüstriyel atık miktarı

maddelerinden hangileri belirler?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

5. Aynı komünitede yaşayan ve aynı ekolojik nişe sahip olan farklı iki tür canlı ile ilgili olarak;

I. Rekabet fazladır.

II. Çiftleşerek verimli döl oluşturabilirler.

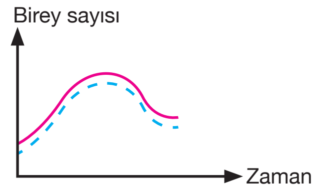
III. Aynı kaynağı birlikte kullanabilirler.

özelliklerinden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

6.



Birlikte yaşayan iki farklı türün büyüme grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre grafikte verilen yaşam şekli nasıl tanımlanabilir?

A) Kommensalizm
B) Sıkı mutualizm
C) Parazitizm
D) Gevşek mutualizm
E) Amensalizm

7.
- Belirli bir alanda yaşayan baskın türlerin zaman içerisinde aşamalı olarak birbirinin yerini alması
- Komünitelerde sayıları, büyüklükleri ya da etkinlikleri fazla olan türler
- Birlikte yaşayan iki türden biri yarar sağlarken diğerinin zarar gördüğü yaşam şekli
- Bir canlı türünün ya da canlı topluluklarının doğal olarak yaşadığı ve ürediği alanlar.

Aşağıda verilen sözcüklerden hangisi yukarıda <u>tanımlanmamıştır</u>?

A) Habitat B) Mimikri C) Süksesyon
D) Parazitizm E) Baskın tür

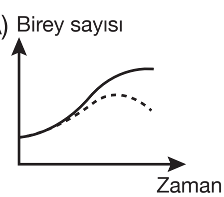
8. Aşağıda belirtilenlerden hangisi simbiyoz yaşam şekilleri arasında <u>yer almaz</u>?

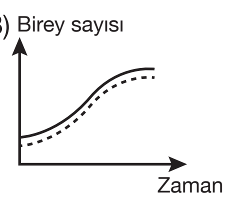
A) Çürükçül yaşam
B) Kommensalizm
C) Sıkı mutualizm
D) Gevşek mutualizm
E) Parazitizm

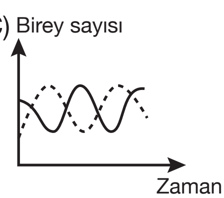
9. Aşağıda belirtilen yaşam şekillerinden hangisi mutualizm olarak <u>tanımlanamaz</u>?

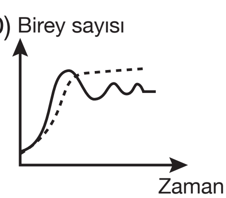
A) Termitler ile onların bağırsaklarında yaşayan tek hücreli canlılar arasındaki beslenme ilişkisi
B) Alg ve mantarlardan oluşan liken birliği
C) Bir karınca türü ile akasya ağacı arasında kurulan ilişki
D) Midye ile Bryozoa arasında kurulan birliktelik
E) İnsanın kalın bağırsağında yaşayan ve vitamin sentezleyen bazı bakterilerle kurulan birliktelik

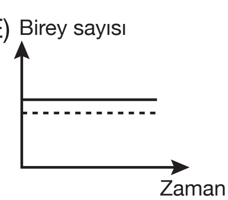
10. Bir komünitede yer alan iki farklı popülasyon arasında av-avcı ilişkisi varsa bu beslenme şekli ile ilgili olarak aşağıdaki grafiklerden hangisi çizilebilir?

A)


B)


C)


D)


E)


2. BÖLÜM: Popülasyon Ekolojisi

Aynı tür canlıların belirli habitat sınırları içindeki topluluğuna **popülasyon** denir. İstanbul'da yaşayan insanlar, Karadeniz Bölgesi'ndeki karaçamlar, bir kovandaki arılar, Güney Kutbu'ndaki kral penguenler birer popülasyon örneğidir.

Popülasyonların yapılarını, gelişimlerini, değişimlerini ve tüm bunların neden ve sonuçlarını araştıran ekolojinin alt dalına **popülasyon ekolojisi** denir. Popülasyonlar aynı tür bireylerden oluştuğu için aynı kaynaklara gereksinim duyar ve benzer çevresel etmenlerden etkilenir. Popülasyonları etkileyen çevresel etmenler yeryüzü şekilleri, toprak, iklim, besin, doğal afetler ve hastalıklardır.

11.2.2.1. Popülasyon Dinamiğine Etki Eden Faktörler

Popülasyonlar, belli bir yapısı ve görevi olan biyolojik birimlerdir. Popülasyonlar süreklidir. Çevresel etmenlerin etkisi altında büyüyebilir, gelişebilir ve değişebilir.

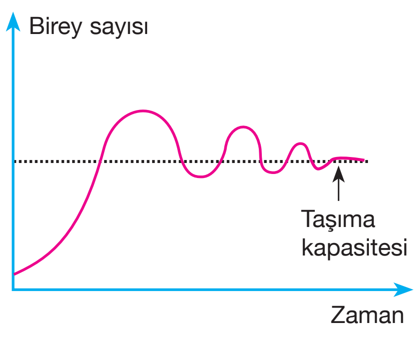
Her popülasyonun sahip olduğu bazı özellikler vardır. Bu özellikler; popülasyonun yoğunluğu, dağılımı, büyüklüğü ve yaş dağılımı olarak gruplandırılabilir. Bu özelliklerin tümüne **popülasyonun dinamikleri** denir.

Popülasyonun dinamikleri ve onların üzerinde etkili olan etmenler aşağıda açıklanmıştır.

A. Popülasyonun Yoğunluğu

Belli bir zamanda birim alanda ya da hacimde bulunan birey sayısına o **popülasyonun yoğunluğu** denir. Örneğin, 1 km^2'ye düşen insan sayısı, 1 km^2 içindeki kızıl çam ağaçları, 1 m^3 sudaki amip sayısı gibi. Ekologlar için araştırdıkları türün bir bölgedeki yoğunluğunun bilinmesi önemlidir.

Bir popülasyondaki birey sayısının belirli bir zamanda habitat bozulması olmaksızın birim alandaki yoğunluğunun maksimuma ulaşmasına popülasyonun **taşıma kapasitesi** denir. Yani taşıma kapasitesi, belirli bir çevrenin destekleyebileceği maksimum popülasyon yoğunluğudur (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Popülasyon, taşıma kapasitesine ulaştığında dengelenir.

Popülasyondaki birey sayısı taşıma kapasitesinin üzerine çıkarsa popülasyonun büyüme hızı azalır. Popülasyonun büyüme hızının azalmasına neden olan biyotik ve abiyotik etmenlere **çevre direnci** denir. Çevre direnci besin kıtlığı, su yetersizliği, rekabet, alan darlığı, hastalık, parazitler ve toksin madde birikimleridir. Çevre direncinin artmasına bağlı olarak ölüm ya da popülasyon dışına göç olmasıyla popülasyon dengelenir.

B. Popülasyonun Dağılımı

Popülasyon bireylerinin yaşadıkları alan içindeki yerleşme biçimine **popülasyon dağılımı** denir. Popülasyon bireyleri, çevresel faktörlerin etkisi altında genel olarak düzenli, rastgele ya da kümeli dağılım gösterir (Görsel 2.2).



Kral penguenlerde düzenli dağılım

Papatya bitkisinde rastgele dağılım

Balinalarda kümeli dağılım

Görsel 2.2: Popülasyondaki bireylerin dağılımı

Düzenli dağılım: Popülasyonu oluşturan bireyler birbirine hemen hemen eşit uzaklıkta bulunurlar. Bireyler arasında yoğun bir etkileşimin görüldüğü bu tür dağılıma yaygın olarak rastlanmaz. Bazı hayvan türleri alan savunması yapmak için düzenli dağılım gösterebilir. Bazı bitkilerin ortamın ışık, su ve mineral gibi etmenlerinden aynı miktarda faydalanabilmek için düzenli dağılım gösterdikleri gözlemlenmiştir.

Rastgele dağılım: Popülasyonu oluşturan bireyler yaşam alanlarında birbirleriyle yoğun bir etkileşim içinde bulunmazlar. Bunun sonucu olarak da kendilerine en uygun alanı seçer ve rastgele dağılırlar. Çevre koşullarının değişmediği, bireylerin bir araya toplanma eğiliminin ve rekabetin olmadığı durumlarda görülür. Ancak bu şekildeki dağılıma çok az rastlanır.

Kümeli dağılım: Değişik sayıda bireyden oluşan kümeler birbirlerinden eşit olmayan uzaklıklarda bir arada bulunurlar. Bu dağılım hem bitkilerde hem hayvanlarda yaygın olarak görülür. Kümelenme, genel olarak büyüme ve gelişme için çevresel koşulların uygun olduğu yerlerde görülür. Örneğin, otçul hayvanlar besin olarak tükettikleri bitkilerin yoğun olduğu yerlerde kümelenirler. Bazı hayvanlar ise üremek, avlanmak ya da alan savunması yapabilmek için bir araya gelirler.

C. Popülasyonun Büyüklüğü

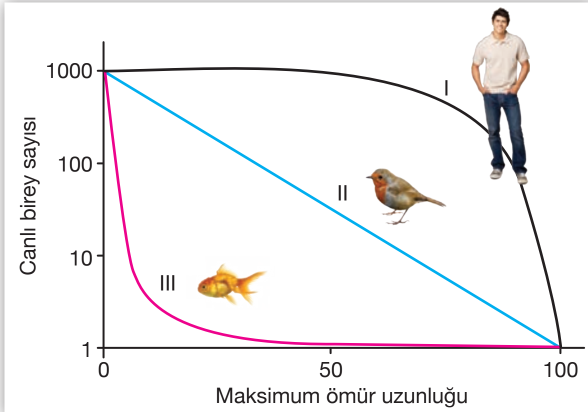
Belli bir zaman diliminde popülasyonu oluşturan birey sayısı popülasyonun büyüklüğünü belirler. Popülasyonun büyüklüğünü doğum oranı, ölüm oranı ve göç olayları etkiler.

a. Doğum oranı: Bir popülasyona birim zamanda üreme sonucu katılan birey sayısının oranıdır. Doğum oranı popülasyondaki bireylerin yaş dağılımına, popülasyonun yoğunluğuna, çevresel etkenlere ve dişi bireylerin yumurtlama sayısına göre değişir.

b. Ölüm oranı: Popülasyondan birim zamanda ölüm sonucu ayrılan birey sayısının oranıdır. Ölüm oranı da çevresel etmenlere, yaş dağılımına, popülasyon yoğunluğuna ve cinsiyete göre değişir. Tek hücreli organizmalar bölünerek kısa sürede belirli bir yoğunluğa ulaşır. Bitki, hayvan gibi çok hücreli ve gelişmiş organizmalarda ise üreme hızı yaşa bağlı olarak değişkenlik gösterir.

Popülasyonların dinamiğini anlamak açısından yaş gruplarına bağlı doğum ve ölüm oranlarını belirten grafikler oluşturulmuştur. Popülasyonların yaş dönemine bağlı hayatta kalma durumunu belirten grafiklere **hayatta kalma eğrisi** denir (Görsel 2.3).

Genel olarak üç tip hayatta kalma eğrisi vardır.



Görsel 2.3: Farklı türlerin hayatta kalma eğrileri

I. eğri, popülasyonda ölümlerin daha çok ileri yaştaki bireylerde olduğunu gösterir. İnsan ve birçok iri vücutlu memelilerde görülen yaşam eğrisidir. Bu yaşam eğrisine sahip canlıların tipik özelliği ebeveyn bakımının görülmesi ve az sayıda doğumun yapılmasıdır.

II. eğri, ölüm riski oranının her yaşta yaklaşık olarak aynı olduğunu gösterir. Ötücü kuşların çoğunda görülen yaşam eğrisidir.

III. eğri, yaşamlarının başlangıcında hayatta kalma oranının düşük olduğu popülasyonlar için tipiktir. Bu yaşam eğrisini gösteren canlılar çok sayıda yavru oluşturur. Ancak yavru bakımı genel olarak çok az ya da hiç yoktur. Tek yıllık bitkilerde ve böceklerin çoğunda, balıklarda ve bazı deniz omurgasızlarında görülen yaşam eğrisidir. Ancak pek çok türde hayatta kalma eğrileri daha karmaşık biçimler gösterebilir. Örneğin kuşlarda, genç bireylerde ölüm oranı yüksek olsa bile erginlerde hemen hemen sabittir.

c. Göçler: Bir popülasyona başka alanlardan yeni bireyler geliyorsa **içe göç**, popülasyondaki bireyler başka alanlara gidiyorsa **dışa göç** denir. İçe göç ile popülasyona yeni bireylerin katılması büyümeye, dışa göç ile popülasyonun birey sayısındaki azalma küçülmeye neden olur. Eğer popülasyonun çevresi değişmiyor, ölüm-doğum oranı ve içe göç-dışa göç oranı dengede ise popülasyonun büyüme hızı sıfırdır. Popülasyon büyüklüğündeki değişme aşağıdaki formülle gösterilir:

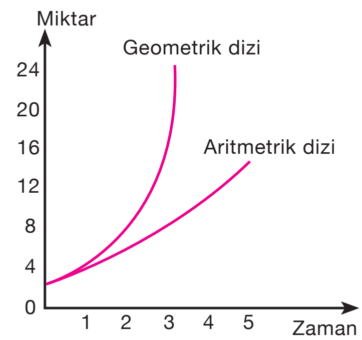
Popülasyon büyüklüğündeki değişme	=	Doğum + İçe göç	–	Ölüm + Dışa göç
A		B		C

B > C ise popülasyon büyür. B < C ise popülasyon küçülür.

A = 0 veya B = C ise popülasyon dengededir veya büyüme hızı sıfırdır.

Popülasyonun büyüklüğü dış ve iç faktörlere bağlı olarak değişebilir. 1798 yılında Thomas Malthus (Tomas Maltus) popülasyonları incelemiş ve popülasyon büyüklüğünün besin miktarı, salgın hastalıklar, göç, rekabet, doğal afetler gibi dış kuvvetlerle düzenlendiğini belirtmiştir.

Malthus hipotezinin dayandığı iki temel varsayım vardır. Biri canlıların yaşaması için besinin şart olduğu, diğeri ise canlıların çoğalmaya devam edeceğidir. Bu hipoteze göre popülasyonun besin miktarı aritmetik bir dizi şeklinde artarken birey sayısı geometrik bir dizi şeklinde artar (Görsel 2.4).



Görsel 2.4: Geometrik dizi aritmetik diziden daha hızlı çoğalır.

Ancak Thomas Malthus'un ileri sürdüğü gibi besinler her zaman aritmetik bir dizi hâlinde artmaz. Dünyada ekilebilen alanlar sınırlı olduğundan elde edilecek besin miktarının da bir üst sınırı vardır. Buna göre popülasyon büyüklüğünün de bir üst sınırı olmalıdır.

Wynne-Edward (Vinni-Edvırd) hipotezine göre ise popülasyon büyüklüğü iç kuvvetlerle belirlenmektedir. İç kuvvetler, içgüdüsel ve sosyal davranışlardır. Örneğin, besin miktarının artışı üreme hızını artırırken besin kıtlığı üremeyi yavaşlatır.

Amerikalı bilim insanı John Emlen (Con Emlın) ve öğrencileri, fare popülasyonlarını inceleyerek bu canlıların karşılaştıkları problemleri nasıl çözümlediklerini araştırmışlardır. Yapılan deneyde fare popülasyonuna her gün 250 g besin verilmiş ve popülasyonun hızla büyüdüğü gözlenmiştir. Ancak bir süre sonra verilen besin, artan birey sayısına yeterli gelmediğinden popülasyon bireyleri açlık sorunu ile karşılaşmış ve yeni besin kaynakları bulmak için bir kısmı göç etmiştir. Böylece üreme hızı göçle dengelenmiştir. Bu deneyde besin miktarının popülasyon büyüklüğünü sınırlayan bir faktör olduğu görülmektedir.

Başka bir deneyde ortamdaki besin miktarı sınırlı tutularak farelerin göç etmeleri engellendiğinde popülasyon bireylerinin içgüdüsel olarak doğum oranını azalttıkları gözlemlenmiştir. Bu durumda popülasyon iç kuvvetler ile dengelenmiştir.

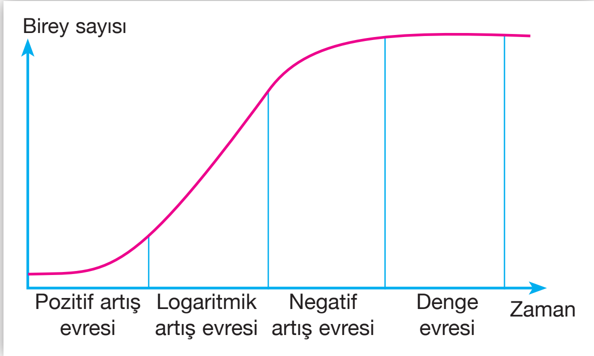
Deney, besin miktarını sınırsız tutarak düzenlendiğinde ise besin miktarındaki artışla birlikte birey sayısının hızla arttığı ancak bir süre sonra yaşama alanı bulma problemi ile karşılaşıldığı görülmüştür. Bu durumda popülasyon bireylerinin göç etmeleri engellenirse bir süre sonra doğum oranının azaldığı, rekabetin ve ölümlerin arttığı görülür. Sonuç olarak popülasyonların önce arttığı, belli bir sayıya ulaştıktan sonra iç ve dış faktörlerin etkisiyle dengelendiği gözlemlenmiştir (Tablo 3.1).

1. Grup	2. Grup	3. Grup
Her gün 250 g besin	Her gün 250 g besin	Bol besin
↓	↓	↓
Popülasyon artar.	Popülasyon artar.	Popülasyon artar.
↓	↓	↓
Besin kıtlığı başlar.	Besin kıtlığı başlar.	Göç önlenir.
↓	↓	↓
Göç başlar.	Göç önlenir.	Yaşama alanı daralır.
↓	↓	↓
Popülasyon dengelenir.	Doğum oranı düşer.	Rekabet, salgın hastalık, ölüm.
	↓	↓
	Popülasyon dengelenir.	Doğum oranı düşer.
		↓
		Popülasyon dengelenir.

Tablo 3.1: Popülasyonun iç ve dış faktörlerin etkisiyle dengelendiğini gösteren çalışma

Popülasyonun Büyüme Eğrileri: Büyüme eğrileri zamana göre popülasyondaki doğumlar ve ölümler arasındaki değişimleri göstermektedir. Bir popülasyonun büyümesinde çevresel faktörler etkilidir. Genel olarak sınırlı kaynaklara sahip bir çevrede popülasyonların büyüme eğrisi "S" şeklinde iken kaynakların sınırlı olmadığı yüksek üreme hızına sahip popülasyonlarda "J" tipi büyüme eğrisi görülür.

a. "S" tipi büyüme: Bu şekilde büyüyen popülasyonlarda başlangıçta az olan birey sayısı daha sonra logaritmik bir artış gösterir. Kısa bir süre sonra, ortam koşullarının sınırli olması nedeniyle popülasyonun büyüme hızı giderek azalır. Popülasyon ekolojik taşıma kapasitesine ulaştığında birey sayısı sabit bir değere ulaşır ve popülasyon dengelenir (Görsel 2.5).



Görsel 2.5: Popülasyonlarda "S" tipi büyüme eğrisi

S tipi büyüme eğrisi dört evrede incelenir:

Pozitif artış evresi: Popülasyonun yeni yaşama alanına ilk defa girdiği evredir. Bu nedenle **alışma evresi** olarak da adlandırılır. Popülasyon bireylerinin besin bulma, barınmak için yer bulma, yuva kurma gibi problemleri nedeniyle üreme hızı düşüktür.

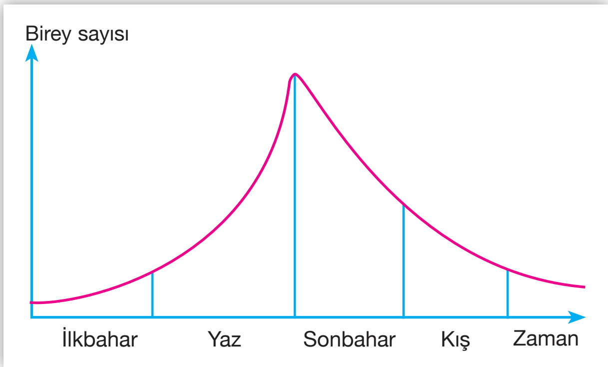
Logaritmik artış evresi: Popülasyonun çevreye alıştığı ve uyum sağladığı bu evrede, üreme döneminde olan bireylerin artması nedeniyle doğum oranı yüksektir. Bu nedenle geometrik artış gözlenir.

Negatif artış evresi: Popülasyon yoğunluğunun en yüksek ve sabit değere ulaşmasından hemen önce, eğrideki eğilme noktası taşıma kapasitesine yaklaşıldığını gösterir. Bu noktada doğum oranında azalma, ölüm oranında artma gözlenir ve bu evre negatif artış evresi olarak adlandırılır. Negatif artış evresinde çevre direnci artmaya başlar. Hastalıklar, rekabet ve dış göçlerin artmasıyla büyüme hızında gerileme görülür.

Denge evresi: Doğum oranının, ölüm oranına eşit olduğu evrede eğri düzleşir. Bu evrede popülasyonun büyüme hızı sıfırdır ve taşıma kapasitesine ulaşılmıştır. Denge evresi olarak adlandırılır.

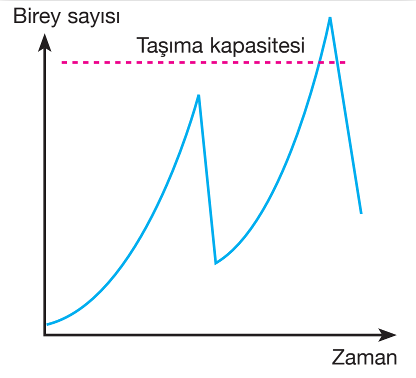
b. "J" tipi büyüme: Ortam koşullarının uygunluğu nedeniyle bireylerin yüksek çoğalma potansiyeline bağlı olarak popülasyonun geometrik artış göstermesidir. Bu popülasyonların büyüme eğrisinde denge evresi görülmez.

J tipi büyümede, kısa bir alışma evresinden sonra hızlı bir logaritmik artış görülür. Daha sonra çevre direnci etkili olmaya başlayınca birey sayısı hızla azalmaya başlar. Örneğin, sıcak ortamda maksimum sayıya ulaşan sinek popülasyonunda birey sayısı havaların soğuması ile denge evresini yaşayamadan en düşük seviyeye iner (Görsel 2.6).



Görsel 2.6: Sinek popülasyonunun mevsimlere bağlı büyüme eğrisi

Sinek popülasyonunun iklim koşullarına bağlı büyüme eğrisindeki iniş çıkışlar çok küçük ve kısa ömürlü canlılar için de geçerlidir. Popülasyon büyümesi yoğunluğa bağlı sınırlanabildiği gibi yoğunluğa bağlı olmayan faktörler tarafından da sınırlanabilir. Yani popülasyonun yoğunluğu taşıma kapasitesinin altında bile olsa çevre koşulları yoğunluğun ani olarak düşmesine neden olabilir (Görsel 2.7). Örneğin, ilkbaharda bezelye bitkisindeki yaprak biti popülasyonu hava serin ve nemli ise hızla büyür. Fakat hava sıcak ve kurak olursa çoğu ölür.



Görsel 2.7: Popülasyonlarda ani iklim değişimine bağlı olarak görülen büyüme eğrisi

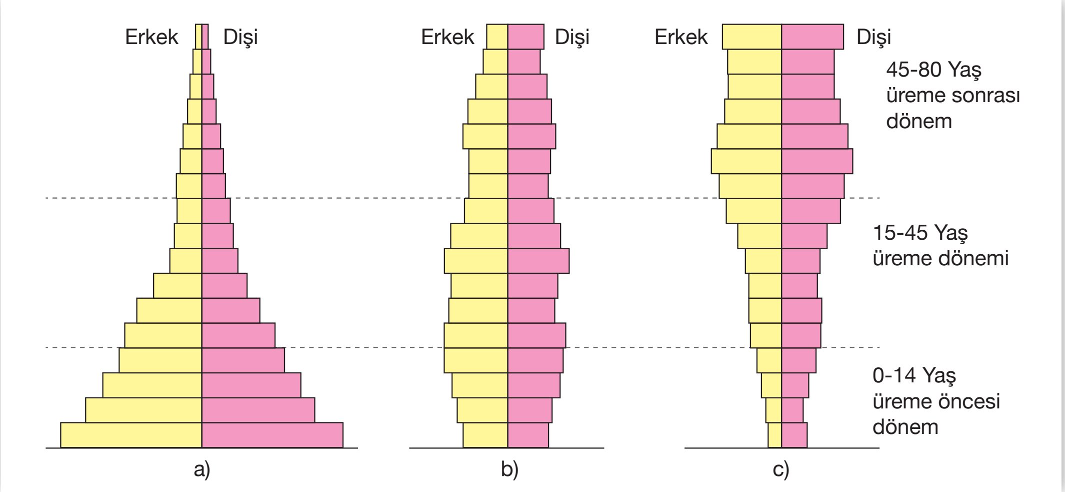
Yaprak bitlerinin yoğunluğu tarlanın taşıma kapasitesinin çok altında bile olsa iklim değişikliği olduğunda hızlı bir düşüş olmaktadır. Bu durumda iklim koşulları popülasyon üzerinde, yoğunluğun dışında bir sınırlama getirmektedir. İklim koşullarının dışında ani seller, yangınlar ve diğer çevresel faktörler de habitatların bozulmasına dolayısıyla habitat üzerinde yaşayan popülasyonların büyümesine etki etmektedir.

Ç. Popülasyonun Yaş Dağılımı

Bir popülasyonu oluşturan bireylerin yaş gruplarının oranına bakılarak o popülasyonun gelecekteki durumu tahmin edilebilir. Popülasyonlarda **üreme öncesi** (genç), **üreme dönemi** (ergin) ve **üreme sonrası** (yaşlı) olmak üzere üç yaş dönemi vardır. Yaş dönemlerinin her birinin süresi ömür uzunluğu içinde türlere göre farklılık gösterir.

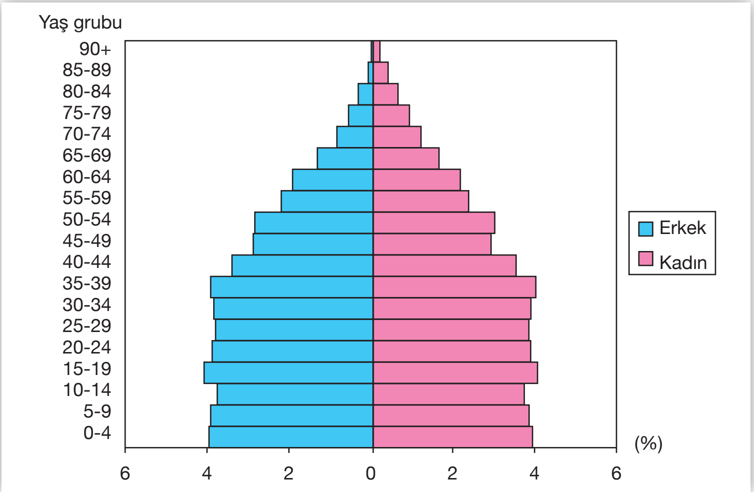
- Büyüyen popülasyonlarda genç bireylerin sayısı yaşlı birey sayısına oranla fazladır.
- Dengeli popülasyonlarda genç birey, ergin birey ve yaşlı bireylerin sayısı hemen hemen birbirine yakındır.
- Küçülen popülasyonlarda ise yaşlı bireylerin oranı, genç bireylerin oranından fazladır.

Popülasyonların yaş dağılımı, yaş piramitleri ile ifade edilir. Piramidin taban kısmının geniş olması genç bireylerin oranının fazla olduğunu gösterir (Görsel 2.8).



Görsel 2.8: İnsan popülasyonlarına ait yaş piramitleri
a) Büyüyen popülasyon, b) Dengeli popülasyon, c) Gerileyen popülasyon

Ülkemiz, genç nüfusun fazla olmasından dolayı büyümekte olan popülasyonlara örnektir. Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK), 2017 yılında yayımladığı 2016 yılı nüfus yaş piramidi Görsel 2.9'da verilmiştir.



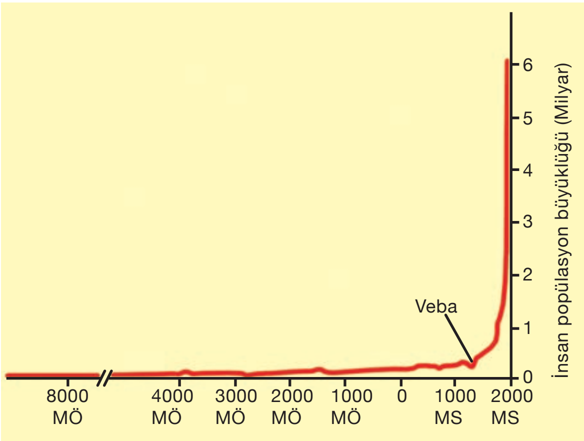
Görsel 2.9: 2016 yılı Türkiye nüfus piramidi (TÜİK, 2017)

Sıra Sizde

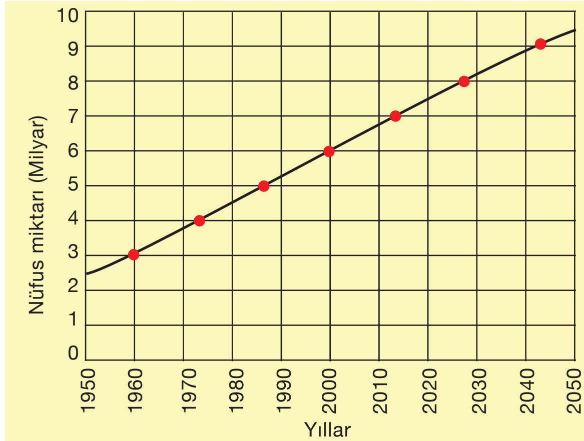
Üç kuşak öncesinden (anneanne, teyze, amca, dede, yeğen, kuzen vb.) soyağacınızı araştırarak aile bireylerinizin yaş ve cinsiyetle ilgili bilgilerini toplayınız. Bu bilgilerden yararlanarak her yaş dönemine ait erkek ve dişi bireylerin popülasyondaki yüzdelerini hesaplayınız ve ailenizin yaş piramidini oluşturunuz. Yaş piramitlerinizi sınıftaki diğer arkadaşlarınızın oluşturduğu yaş piramitleri ile karşılaştırınız.

Dünyada ve Ülkemizde Nüfus Değişiminin Nedenleri ve Olası Sonuçları

İnsan popülasyonlarının karşı karşıya olduğu sorunlardan biri de hızlı nüfus artışıdır. Dünyadaki insan popülasyonunun binlerce yıl çok yavaş arttığı bilinmektedir. Uzmanlar 10.000 yıl önce tüm dünyada yaklaşık 5 milyon insan olduğunu, MS ilk 1000 yılına kadar 250 milyona, 1650 yılında 500 milyona, 1804 yılında 1 milyar kişiye ulaştığını tahmin etmektedir. 1993 yılında 5,5 milyar olarak hesaplanan dünya nüfusu günümüzde yaklaşık 7 milyara çıkmıştır (Görsel 2.10.a). Nüfus artışı II. Dünya Savaşı ve veba salgını nedeniyle nispeten yavaşlamıştır. Ancak yaşadığımız yüzyılda her yıl yaklaşık 80 milyon kişi yani her gün ortalama 214.000 kişi dünya nüfusuna eklenmektedir. Nüfus artışı aynı hızla devam ederse dünya nüfusunun 2025 yılında 7,8 milyara, 2059'da 10,7 milyara ulaşacağı tahmin edilmektedir (Görsel 2.10.b). Dünyadaki nüfus artışının başlıca nedenleri tıp, tarım ve mühendislik alanındaki gelişmelere bağlı olarak hastalıkların tedavi edilebilmesi, yaşam koşullarının iyileştirilmesi ile ömür uzunluğunun artmasıdır.



a)

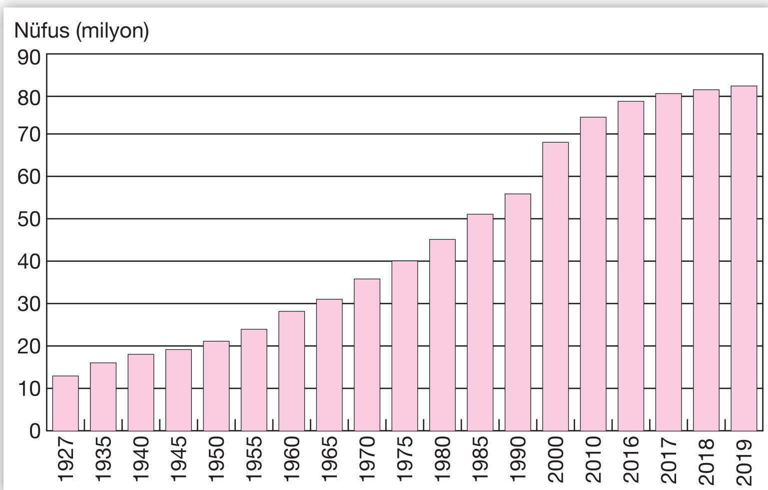


b)

Görsel 2.10: a) Dünyadaki insan popülasyonunun tarih boyunca nüfus artış eğrisi, b) 1950 yılından itibaren dünyadaki nüfus artış eğrisi

Türkiye'nin nüfus artış hızında zamana bağlı önemli değişimler meydana gelmiştir. Ülkemizde nüfus artış hızının en düşük olduğu dönem 1940-1945 yılları arasındadır ve yaklaşık olarak %1 oranındadır. Bunun temel nedenleri, Birinci Dünya Savaşı, Kurtuluş Savaşı ve İkinci Dünya Savaşı'nın getirdiği ağır yaşam koşullarıdır. 1955-1960 yılları arasında nüfus artış hızı %2,9 ile en yüksek değerine ulaşmıştır. Savaşların bitmesi, kıtlık ve yoklukların ortadan kalkması, sağlıkta ve ekonomik alandaki ilerlemeler ölüm oranının düşmesine yol açtığından nüfus hızla artmıştır.

Türkiye'de nüfus artış hızı 1970-1990 yılları arasında %2,3'e gerilemiştir. Gerilemenin önemli nedenleri kentleşme ve sanayileşme ile birlikte doğum oranında görülen azalmadır. Türkiye İstatistik Kurumunun verilerine göre Türkiye'nin nüfusu 31 Aralık 2019 itibariyle 83 milyon 154 bin 997 kişidir ve bu sonuca göre nüfus artış hızı binde 13,9 olarak belirlenmiştir (Görsel 2.11).



Görsel 2.11: Türkiye'nin yıllara göre nüfus artış hızı (TÜİK, 2019)

Sıra Sizde

Çeşitli kaynaklardan araştırma yaparak dünyada ve ülkemizde nüfus değişimleriyle ilgili grafikler temin ediniz. Bulduğunuz grafikleri sınıfta arkadaşlarınızla analiz ederek nüfus değişimlerini ve olası sonuçlarını tartışınız.

Gelişmemiş ve gelişmekte olan ülkelerde nüfusun hızla artması, kırsal kesimden sanayinin gelişmiş olduğu kentlere doğru yoğun göç olaylarının yaşanmasına neden olmaktadır. Bunun nedenleri tarımda makineleşme sonucu işsizliğin oluşması, tarımsal üretimdeki verim düşüklüğü, eğitim, sağlık ve sosyal hizmetlerden yararlanma isteğidir. Yoğun göç alan bölgelerde işsizlik, eğitim ve sağlık alanlarında azalma, çarpık kentleşme, çevre kirliliği gibi sorunlar ortaya çıkmaktadır (Görsel 2.12). Nüfus artış oranında denge sağlanamadığı sürece çevre kirliliği ve kirliliğe bağlı gelişen küresel iklim değişikliği, doğal yaşam alanlarının kaybı, besin yetersizliği, yenilenemez enerji kaynaklarının tüketimi ile oluşan kayıplar geriye döndürülemez boyutlara ulaşacaktır.



Görsel 2.12: Hızlı nüfus artışı, çevresel sorunları beraberinde getirir.

Göçü önlemek için modern tarımın yaygınlaştırılması, tarıma dayalı sanayi kollarının kırsal alanlara yayılması ve bu alanlarda eğitim, sağlık ve sosyal hizmetlerin yaygınlaştırılması sağlanmalıdır.

Kentlerde hızlı nüfus artışının yarattığı en önemli çevresel sorun, canlıların doğal yaşam alanlarının bozulmasıdır. Bitkilerin tozlaşmasından %80 arılar sorumludur (Görsel 2.13). İnsan etkinliği ile arı popülasyonlarının yaşam alanlarının bozulması arıların yok olmasına neden olacağından ekonomik kayba ve çevresel sorunlara yol açabilir. Bu nedenle arı popülasyonlarının habitatları korunmalıdır.



Görsel 2.13: Arılar tozlaşmada etkin rol oynar.

Madagaskar'da yetişen Cezayir menekşesinin içerdiği alkaloitlerin kanser hücrelerinin gelişimini durdurduğu saptanmıştır (Görsel 2.14). Özellikle Hodgkin (Hoşkin) lenfoması ve lösemi gibi önemli iki hastalığın tedavisinde kullanılan ilaçların ham maddesi bu bitkilerden sağlanmaktadır. Dünya nüfusunun %80'i doğal kaynaklı ilaçlarla tedavi olmaktadır. Nüfus artışına bağlı olarak habitatların tahrip edilip bazı türlerin ortadan kalkması pek çok bitkinin ilaç olarak kullanılma olasılığının da ortadan kalkması anlamına gelmektedir.



Görsel 2.14: Cezayir menekşesi

2. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Popülasyonu tanımlayarak örnek veriniz.

....

2. Popülasyonların dinamikleri üzerinde etkili olan faktörleri açıklayınız.

....

3. Popülasyonların yaş piramitleri popülasyonların yapısı hakkında nasıl bir fikir verir?

....

4. Hızlı nüfus artışının meydana getirdiği olumsuzluklar nelerdir?

....

5. Popülasyondaki birey sayısının taşıma kapasitesini aşması, hangi sorunları ortaya çıkarır?

....

6. Popülasyonlar arasında en yaygın olarak gözlemlenen dağılım çeşidi nedir?

....

7. Popülasyonların büyüme hızının azalmasına neden olan canlı ve cansız etmenleri açıklayınız.

....

8. Popülasyonlarda gözlemlenen S ve J tipi büyüme eğrileri arasındaki farklar nelerdir?

....

B. Eşleştirme

Aşağıdaki ifadelerle tanımları eşleştiriniz.

1. Popülasyon bireylerinin yaşadıkları alan içindeki yerleşme biçimi
2. Popülasyonlarda en az görülen dağılım şekli
3. Bir popülasyonun birim alan ya da birim hacimdeki birey sayısı
4. Bir popülasyona birim zamanda üreme sonucu katılan birey sayısının oranı
5. Genel olarak büyüme ve gelişme için çevresel koşulların uygun olduğu yerlerde gözlemlenen en yaygın dağılım şekli
6. Popülasyonlarda gözlemlenen "S" tipi büyüme eğrisinde birey sayınının sabit bir değere ulaştığı evre
7. Bir habitatın ihtiyaçlarını karşılayabildiği maksimum birey sayısı
8. Popülasyon yoğunluğunun en yüksek ve sabit bir değere ulaşmasından önceki evre

☐ **a.** Popülasyon yoğunluğu
☐ **b.** Doğum oranı
☐ **c.** Kümeli dağılım
☐ **ç.** Taşıma kapasitesi
☐ **d.** Denge evresi
☐ **e.** Rastgele dağılım
☐ **f.** Popülasyon dağılımı
☐ **g.** Negatif artış evresi

C. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

pozitif artış	popülasyon yoğunluğu	rekabet	geometrik
çevre direnci	denge	habitat	büyüme

1. S tipi büyüme eğrisinde birey sayısının maksimum olduğu döneme .... evresi denir.
2. Denge evresindeki bir popülasyonda .... hızı sıfırdır.
3. Belirli bir zaman diliminde birim alan ya da hacimdeki birey sayısına .... denir.
4. Bir popülasyonun büyüme hızı .... evresinde düşüktür.
5. Bir popülasyon, kaynakların sınırlı olmadığı ideal bir ortamda .... artış gösterir.
6. Popülasyonun büyümesi sonucu ortaya çıkan besin yetersizliği, hastalıklar, rekabet ve toksin madde birikimi .... olarak adlandırılır ve popülasyonun büyümesini sınırlar.
7. Bir popülasyonun doğal olarak yaşayıp üreyebildiği alana .... denir.
8. İç göçler popülasyon yoğunluğunu artırırken .... azaltır.

Ç. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Popülasyonlarda en fazla rastgele dağılım görülür. (......)
2. Bir popülasyonun taşıma kapasitesi sabittir ve çevre koşullarına göre değişmez. (......)
3. Pozitif artış evresindeki bir popülasyonda büyüme hızı düşüktür. (......)
4. J tipi büyüme eğrisinde, geometrik artış denge evresiyle sonlanır. (......)
5. S tipi büyüme gösteren bir popülasyonun denge evresinde çevre direnci minimumdur. (......)
6. Dar bir tabanla başlayıp yukarı doğru genişleyen yaş piramitleri büyüyen popülasyonlara özgüdür. (......)
7. Büyüyen popülasyonlarda ortaya çıkan tür içi rekabet, popülasyonun büyümesini sınırlar. (......)
8. Bir popülasyon, taşıma kapasitesine ulaştığında büyüme hızı en yüksek değerdedir. (......)

D. Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1. Bir popülasyonu oluşturan bireylerin tümünde;

I. Kromozom sayısı

II. Beslenme şekli

III. Protein yapıları

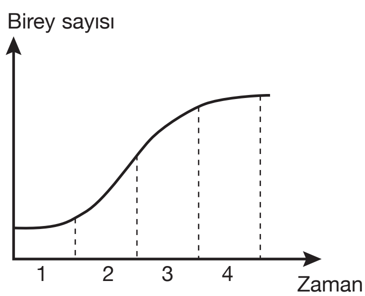
IV. Ekolojik nişleri

özelliklerinden hangilerinin aynı olduğu söylenebilir?

A) I ve II B) I ve III C) II ve III

D) I, II ve IV E) I, III ve IV

2.



Bir popülasyonun büyüme grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre;

I. Popülasyon 4. zamanda taşıma kapasitesine ulaşmıştır.

II. 1. zamanda popülasyon kuruluş aşamasındadır.

III. Çevre direnci, 3. zamanda popülasyonun büyüme hızını yavaşlatmıştır.

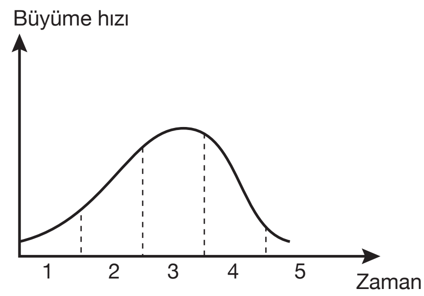
IV. 2. zaman, popülasyonun logaritmik artış evresini göstermektedir.

yorumlarından hangileri doğrudur?

A) I ve II B) II ve IV C) I, III ve IV

D) II, III ve IV E) I, II, III ve IV

3.



Bir popülasyonun büyüme hızı grafiği yukarıda verilmiştir.

Buna göre;

I. 3. zamanda çevre direncinin artması, büyüme hızında azalmaya neden olmuştur.

II. 5. zamanda popülasyon taşıma kapasitesine ulaşmıştır.

III. 4. zamanda popülasyonun birey sayısı azalmaya başlamıştır.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve II E) I, II ve III

4. Sınırlı bir alanda yaşayan fare popülasyonuna her gün sabit miktarda besin veriliyor.

Bir süre sonra popülasyonda;

I. Besin kıtlığı

II. Popülasyon yoğunluğunun sürekli artması

III. Dışa göçlerde artma

IV. Popülasyonda dengelenme

olaylarından hangileri gözlemlenemez?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) I ve III

D) II ve IV E) I, III ve IV

5. Popülasyonlarda genel olarak kümeli, düzenli ve rastgele dağılım gözlemlenir.

Popülasyon dağılımları ile ilgili olarak;

I. Popülasyonlar arasında en fazla görülen kümeli dağılımdır.

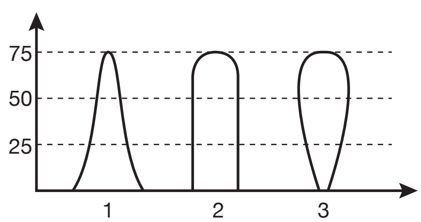
II. Rastgele dağılımda bireyler arasındaki etkileşim fazladır.

III. Düzenli dağılım gösteren popülasyonlarda bireyler arasındaki etkileşim en düşük değerdedir.

yukarıda belirtilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

6. Popülasyonların yaş dağılımı, yaş piramitleri ile açıklanır. Bir ekosistemdeki üç farklı popülasyona ait yaş piramitleri aşağıda verilmiştir.



Bu popülasyonlarla ilgili olarak;

I. 1. yaş piramidine sahip popülasyonlarda yaşlı birey sayısı fazladır.

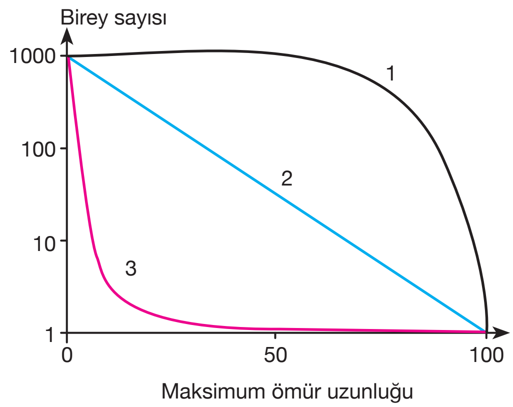
II. 2. yaş piramidi, gerileyen popülasyonlara özgüdür.

III. Nüfusu azalmakta olan popülasyonlarda 3. yaş piramidi gözlemlenir.

belirtilenlerden hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

7.



Genel olarak popülasyonlarda gözlemlenen hayatta kalma eğrileri yukarıda verilmiştir.

Buna göre;

I. 1. tip yaşam eğrisine sahip canlılarda ebeveyn bakımı ve düşük üretkenlik karakteristiktir.

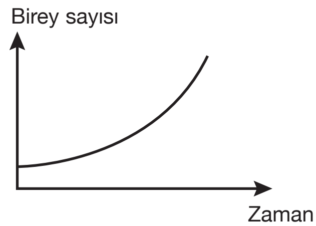
II. 2. tip yaşam eğrisinde ölüm riski oranı, her yaşta yaklaşık olarak aynıdır.

III. 3. tip yaşam eğrisine sahip canlılarda yüksek üretkenlik görülür ve bireylerin gençlik dönemlerinde hayatta kalma oranları oldukça düşüktür.

yorumlarından hangileri yapılabilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

8. Üreme potansiyeli yüksek olan bireylerden oluşan popülasyonlarda çevresel sınırlamalar olmadığında J tipi büyüme eğrisi gözlemlenir.



Yukarıda verilen J tipi büyüme eğrisi ile ilgili olarak;

I. Popülasyonlarda çok yaygın olarak gözlemlenen büyüme eğrisidir.

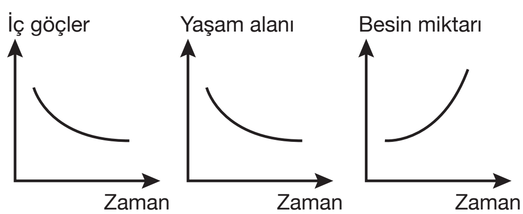
II. Kısa bir alışma evresinden sonra hızlı bir logaritmik artış gerçekleşir.

III. Popülasyon taşıma kapasitesine ulaştığında denge evresi görülür.

belirtilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

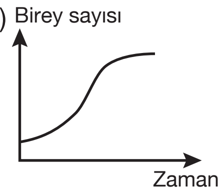
9.

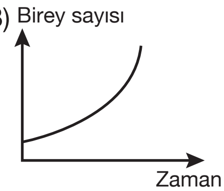


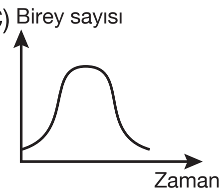
Yukarıda verilen grafiklerden hangilerindeki değişime bağlı olarak popülasyon bireyleri arasındaki rekabet artar?

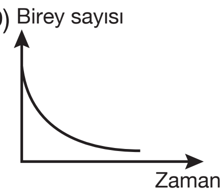
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

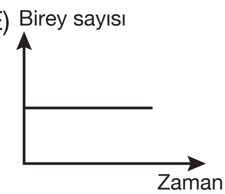
10. Aşağıda belirtilenlerden hangisi doğal şartlarda, bir popülasyondaki büyüme eğrisini gösterir?

A)


B)


C)


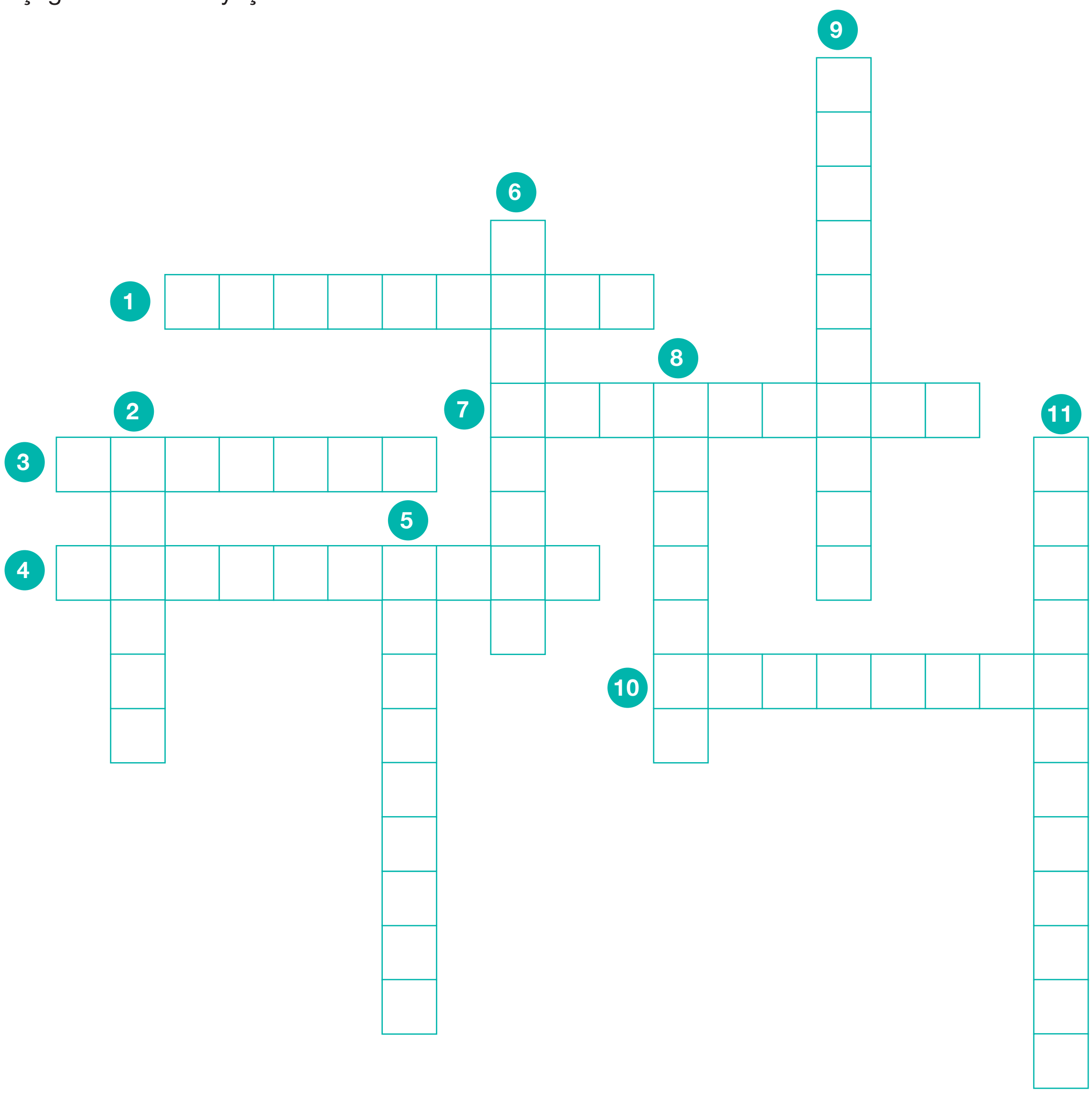
D)


E)


2. ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

A. Bulmaca

Aşağıdaki bulmacayı çözünüz.



1. Birlikte yaşayan her iki türün yarar gördüğü yaşam şekli.

2. Komünitelerde tür yönünden zengin sınır bölgeleri.

3. Canlıların besin, yaşama alanı gibi çevresel etkenlere karşı birbirleriyle yarışmaları.

4. Belirli bir alanda yaşayan aynı türe ait bireyler topluluğu.

5. Sıralı değişim.

6. Ortak yaşam.

7. Komünite içinde sayı ya da etkinliği fazla olan tür.

8. Kararlı ve dengeli komünitelere verilen ad.

9. Birlikte yaşayan türlerden birinin yarar sağlarken diğerinin zarar gördüğü yaşam şekli.

10. Belirli bir alanda yaşayan canlıların tümü.

11. Popülasyonun büyüme hızını sınırlayan canlı ve cansız etmenlerin tümü.

B. Değerlendirme Soruları

Aşağıdaki soruları cevaplandırınız.

1. Popülasyon ve komünite arasındaki fark nedir?

....

....

2. Ekotonların zengin tür çeşitliliğine sahip olmasını nasıl açıklarsınız?

....

....

3. Tür içi ve türler arası rekabetin olası sonuçlarını belirtiniz.

....

....

4. Dış ve iç parazit canlılara örnek veriniz.

....

....

5. Popülasyon büyüklüğünü etkileyen etmenler nelerdir?

....

....

6. Ülkemiz, nüfus piramidi verilerine göre hangi popülasyon tipine örnek verilebilir?

....

....

7. "S" tipi büyüme eğirisinde birey sayısının en düşük değerde olduğu evre hangisidir?

....

....

8. Hızlı nüfus artışının popülasyonların gelişimi üzerindeki etkilerini belirtiniz.

....

....

C. Boşluk Doldurma

Aşağıdaki ifadelerde noktalı yerleri tablo içinde verilen sözcükleri kullanarak uygun şekilde tamamlayınız.

popülasyon	simbiyoz	ekolojik özellikler
ekolojik niş	suyun derinliği	ekoton

1. Komünitelerdeki tür çeşitliliğinde, bulundukları bölgedeki .... etkilidir.
2. Sucul komünitelerde .... tür çeşitliliğini belirleyen en önemli etmenlerden biridir.
3. Nehirlerin denizlere döküldüğü alanlar .... bölgelerine örnek verilebilir.
4. Canlının yaşadığı habitattaki ekolojik işi .... olarak tanımlanır.
5. Bir komünitede yer alan canlılar beslenme, korunma ve üreme gibi yaşamsal faaliyetlerini gerçekleştirmek için .... denilen ekolojik ilişkiler kurarlar.
6. Aynı tür canlıların belirli habitat sınırları içinde oluşturduğu topluluk .... olarak tanımlanır.

Ç. Doğru-Yanlış

Aşağıdaki ifadelerin doğru (D) ya da yanlış (Y) olduklarını karşılarına yazınız.

1. Yaş piramitleri, popülasyonların yapısı bakımından önemli bilgiler verir. (......)
2. Popülasyonların büyüklüğünü komünitelerin canlı ve cansız etmenleri belirler. (......)
3. Çevre direnci popülasyonların büyüme hızını artırır. (......)
4. Doğal popülasyonlarda “J” tipi büyüme eğrisi gözlemlenir. (......)
5. Parazit canlılarda üreme hızı yüksektir. (......)
6. Kommensalizm, birlikte yaşayan canlıların birbirlerinden etkinlenmediği yaşam şeklidir. (......)
7. Bir komünitedeki av ve avcı popülasyonlarının birey sayısı, yıllara bağlı olarak dalgalanmalar gösterir. (......)
8. Popülasyonların yaşadıkları çevreye uyum sağladıkları ve doğum oranlarının yüksek olduğu evre, pozitif artış evresi olarak tanımlanır. (......)

D. Ünite Değerlendirme Testi

Aşağıdaki soruların doğru seçeneğini işaretleyiniz.

1.



Bir popülasyona ait büyüme eğrisi yukarıdaki grafikte gösterilmiştir.

Buna göre;

I. Avcı hayvan sayısı azalmıştır.

II. Bireyler arasında rekabet artmaktadır.

III. Çevre direnci düşüktür.

yargılarından hangileri söylenebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

2. Denge hâlindeki bir popülasyonda çevre direncinin artmasına bağlı olarak;

I. Rekabet artar.

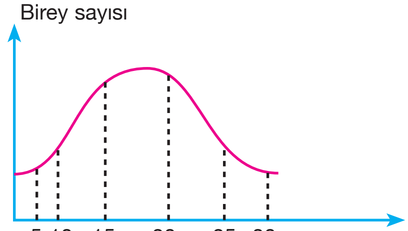
II. Doğum oranı azalır.

III. Popülasyon içine göçler artar.

yukarıda belirtilenlerden hangisi ya da hangilerinin gerçekleşmesi beklenir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

3.



Yukarıdaki grafik, bir popülasyonun farklı sıcaklıklardaki büyüme eğrisini göstermektedir.

Buna göre aşağıdakilerden hangisi söylenemez?

A) Popülasyon için en uygun sıcaklık değeri 15-20°C arasıdır.

B) Popülasyon bireyleri düşük sıcaklıklarda yaşayamaz.

C) Popülasyonun en hızlı arttığı sıcaklık aralığı 10-15°C'tır.

D) Sıcaklığın belli bir değere kadar artırılması popülasyonun büyümesini olumlu etkilemiştir.

E) Popülasyonun, sıcaklık değişimlerine toleransı yüksektir.

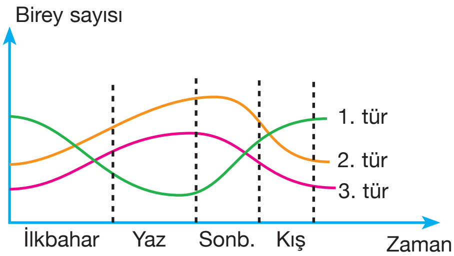
4. I. Yaşam alanlarının aynı fiziksel özelliklere sahip olması

II. Farklı tür popülasyonları içermeleri

III. Birim zamanda madde ve enerji üretiminin aynı olması

Yukarıda verilen özelliklerden hangileri farklı kömünitelerin tümü için ortaktır?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

5. 

Yukarıdaki grafik, birbirleriyle rekabet etmeyen üç türün mevsimlere bağlı olarak birey sayılarında meydana gelen değişimi göstermektedir.

Bu grafiğe göre;

I. 1. türe ait birey sayısı, yaz döneminde en düşük değerdedir.

II. 2 ve 3. türe ait bireyler 1. türün yaşadığı ortamda bulunamaz.

III. 1. tür, 3. tür ile beslenmektedir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve III E) I, II ve III

6. **Aşağıdakilerden hangisi popülasyon örneği değildir?**

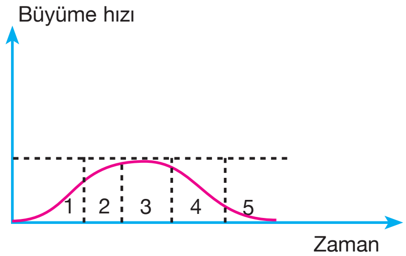
A) Marmara Denizi'ndeki istavrit balığı

B) Bolu Dağı'ndaki orman gülleri

C) Belgrad Ormanı'ndaki hayvanlar

D) Ankara'daki dağ keçileri

E) Karadeniz'deki hamsi balığı

7. 

Yukarıdaki grafikte bir popülasyonun büyüme hızının zamana bağlı değişimi gösterilmiştir.

Buna göre;

I. 3. evrede popülasyonun birey sayısı artmaktadır.

II. 5. evrede doğum oranı, ölüm oranına eşittir.

III. 4. evre, negatif artış evresidir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III D) I ve II E) I, II ve III

8. **Tam parazit bitkilerle ilgili;**

I. Konak, canlıya zarar verir.

II. Konak, canlının odun borularından su ve minerallerini alır.

III. Konak, canlının soymuk borularından organik besinini alır.

IV. Gerektiğinde fotosentez yapabilir.

açıklamalarından hangileri doğrudur?

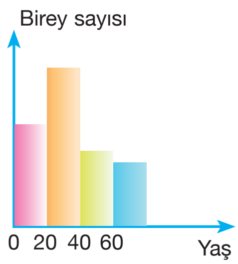
A) I ve II B) II ve III C) II ve IV D) I, II ve III E) II, III ve IV

9. I. Mutasyon
II. Eşeyli üreme
III. İç göçler
IV. Dış göçler

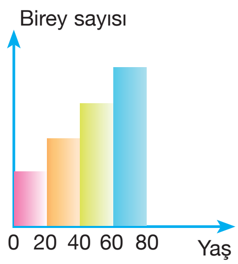
Yukarıda verilenlerden hangileri popülasyonu oluşturan bireyler arasında çeşitliliğin ortaya çıkmasına neden olur?

A) I ve II B) II ve IV C) I, II ve III
D) I, II ve IV E) II, III ve IV

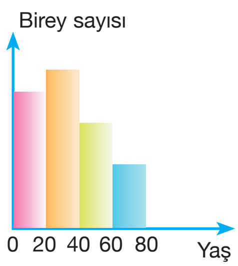
10.



I. popülasyon



II. popülasyon



III. popülasyon

Yukarıda verilen yaş grafikleri üç ayrı popülasyona aittir.

Buna göre grafiklerden hangileri gerileyen bir popülasyona örnek olarak verilebilir?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) II ve III

11. I. Karışık beslenen canlılar olabilirler.
II. Hücre dışı sindirim yaparlar.
III. Sindirim sistemleri gelişmiştir.

Holozoik beslenen canlılarla ilgili olarak, yukarıda belirtilenlerden hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve II E) I, II ve III

12. Yarı parazit olan ökse otu, ihtiyacı olan inorganik maddeleri üzerinde yaşadığı canlının odun borularından alır.

Buna göre;

I. Kök sistemi gelişmemiştir.
II. Kloroplastı yoktur.
III. Organik besinlerini sentezleyebilir.

yargılarından hangileri doğrudur?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) I ve III E) I, II ve III

13. Ekolojik nişleri aynı olan iki tür ile ilgili olarak verilen;

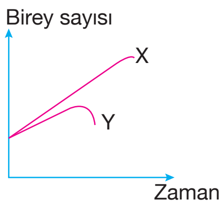
I. Komünite içinde bir arada yaşayabilirler.
II. Aralarında rekabet görülmeyebilir.
III. Türler farklı kaynaklara yönelebilir.

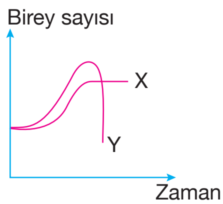
yargılarından hangileri söylenebilir?

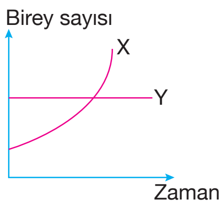
A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III
D) II ve III E) I, II ve III

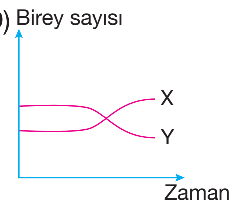
14. Aynı besini kullanan X ve Y türleri, besin ortamına birlikte konulduğunda bir süre sonra Y türünün rekabeti kaybettiği, X türünün ise yaşamına devam ettiği ve sayıca arttığı gözlemlenmiştir.

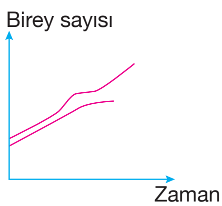
X ve Y türleri arasındaki bu etkileşimi aşağıdaki grafiklerden hangisi gösterir?

A)


B)


C)


D)


E)


15. Aşağıda verilen durumlardan hangisi, sürekli artan bir fare popülasyonunun dengeye ulaşmasında etkili değildir?

A) Ölüm oranının artması

B) Besin yetersizliği ve sınırlı alan

C) Sınırsız besine karşı sınırlı alan

D) Dışa göç > İçe göç

E) İçe göç > Dışa göç

16. Aşağıdaki ekolojik birimlerden hangisi en dar kapsamlıdır?

A) Popülasyon

B) Komünite

C) Tür

D) Ekosistem

E) Biyosfer

17. I. Timsah ile timsahın dişleri arasındaki besinlerle beslenen kuşlar

II. Ölü organizmaların üzerinde yaşayarak enzimleriyle onu ayrıştıran canlılar

III. Kovandaki arı topluluğunun hiyerarşiye dayalı iş birliği

IV. Odun yiyerek beslenen termit ile termitin bağırsağında yaşayan ve selülozu sindiren enzimi salgılayan tek hücreliler

Yukarıdaki yaşam şekillerinden hangileri simbiyoz yaşama örnektir?

A) I ve II B) II ve III C) I ve IV

D) I, II ve III E) II, III ve IV

18. Canlılarda görülen birlikte yaşam şekillerinin bazıları şunlardır:

I. İki canlının, karşılıklı fayda ilişkisi içinde bir arada yaşaması

II. Biri fayda, diğeri zarar gören iki canlının bir arada yaşaması

III. Biri fayda gören diğeri fayda ya da zarar görmeyen iki canlının birlikte yaşaması

Yukarıda verilen örneklerden hangilerinde ilgili türler birbirinden ayrıldığında sadece canlılardan birisi bu durumdan fayda sağlar?

A) Yalnız I B) Yalnız II C) Yalnız III

D) I ve III E) II ve III

NE ÖĞRENDİK

Sayfa 24	1. e 2. ğ 3. a 4. h 5. b 6. g 7. c 8. ç 9. d 10. f
Sayfa 35	A: 5. ç B: 2. d C: 4.c Ç: 3. a D: 1. b
Sayfa 58	a. Çekiç, örs, üzengi kemiklerinin titreşimi b. Titreşimlerin kohlear kanala aktarılması c. Duyu sinirlerinin uyarılması ç. Talamus
Sayfa 79	a. Sıkı kemik b. Süngerimsi kemik c. Mineral tuzlar ç. Düz kas d. İskelet kası e. Kalp kası f. Eklemler g. Sağlıklı beslenme ğ. Mineral depolama h. Vücudun hareketi ı. Menisküs yırtığı i. Elastik kıkırdak j. Fibröz kıkırdak k. Oynar eklem l. Yarı oynar eklem m. Oynamaz eklem
Sayfa 101	1. ç 2. c 3. a 4. b 5. ğ 6. d 7. g 8. h 9. f 10. e
Sayfa 140	1. e 2. b 3. c 4. ç 5. a 6. d 7. f 8. g
Sayfa 177	A: a. Yumurta kanalı b. Yumurtalık c. Foliküller ç. Döl yatağı d. Vajina e. Serviks B: 1. e 2. c 3. ç 4. a 5. f 6. ğ 7. b 8. d 9. g

ÜNİTE SONU ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME ÇALIŞMALARI

1. ÜNİTE

1. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Bulmaca

1. nöron
2. dendrit
3. tetani
4. epilepsi
5. hipotalamus
6. pons
7. omurilik
8. pankreas
9. otolit
10. hipofiz
11. impuls
12. uç beyin

B. Değerlendirme Soruları

3. Elektriksel ve kimyasal değişimler gerçekleşir.
5. Fazla nem, koku reseptörlerinin duyarlılığını azalttığından koku alma azalır.
6. Alt derideki kılcal damarların soğukta daralıp sıcakta genişlemesi vücut ısının ayarlanmasında rol oynar.
7. Ayaktaki duyu reseptörü → Duyu siniri → Omuriliğin arka kökü → Omurilikteki ara sinir → Omuriliğin ön kökü → Motor sinir → Efektör (Ayaktaki kas) → Geri çekme refleksi

C. Boşluk Doldurma

1. miyelin kılıf
2. motor
3. nörotransmitter
4. meninges
5. kornea
6. ağ
7. denge
8. koku
9. ADH, oksitosin
10. hipotalamus
11. kalsitonin
12. adrenalin, glikoz

Ç. Doğru-Yanlış

1. D 2. Y 3. Y 4. D 5. Y
6. D 7. Y 8. D 9. Y 10. Y

D. Değerlendirme Testi

1. A 2. B 3. B 4. E 5. A 6. A 7. C
8. D 9. E 10. A 11. C 12. C 13. B 14. B

2. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Bulmaca

1. sarkomer
2. çıkık
3. tendon
4. osteosit
5. matriks
6. menisküs

7. romatizma
8. periost
9. ligament
10. aktin
11. miyoglobin
12. kondrin
13. raşitizm
14. kırık

B. Değerlendirme Soruları

1. Vücuda şekil vermek ve desteklemek. Kalp, akciğer gibi hayati organları korumak. Kaslarla birlikte vücudun hareketini sağlamak. Yapısındaki kemik iliği ile kan hücrelerinin yapımında görev almak. Kalsiyum, fosfor gibi mineralleri depolamak.
2. Yaşla birlikte mineral tuzların kıkırdak dokuda birikmesi ile kemikleşme sağlanır.
3. Sıkı kemik doku, süngerimsi kemik doku olarak iki çeşittir.
4. Oynar eklemler, yarı oynar eklemler ve oynamaz eklemler olarak üç çeşittir. Oynar eklemler; kol ve bacaklarda, alt çene ve 1. omur ile 2. omur arasında bulunur. Yarı oynar eklemler; boyun, göğüs ve bel omurları arasında bulunur. Oynamaz eklemler; kafatası, yüz kemikleri (alt çene hariç), sağrı ve kuyruk sokumu omurlarıdır.
7. Motor sinirlerin aksonlarından salgılanan nörotransmitter maddelerin kas hücrelerini uyarmasıyla ER'de depolanmış kalsiyum iyonlarının aktin ve miyozinler arasına yayılması kasılmayı başlatır.
8. Hareket sırasında antagonist kasların biri kasılırken diğeri gevşer. Sinerjist kaslar ise aynı anda kasılan ve gevşeyen kaslardır.

C. Boşluk Doldurma

1. kapsül
2. hiyalin kıkırdak
3. osteosit
4. periost
5. eklem bağları
6. oynar, yarı oynar, oynamaz
7. nörotransmitter
8. protein
9. tetanos
10. kas tonusu

Ç. Doğru-Yanlış

1. D	2. D	3. D	4. Y	5. Y
6. D	7. D	8. Y	9. D	10. Y

D. Değerlendirme Testi

1. A	2. C	3. E	4. C	5. B
6. D	7. E	8. E	9. D	10. C

3. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Besinlerin sindirimi enzimler yardımıyla hücre içinde gerçekleşiyorsa hücre içi sindirim; besinler hücre dışında sindirildikten sonra hücre içine alınıyorsa hücre dışı sindirim olarak adlandırılır.
6. Ürettiği safra ile yağların fiziksel sindirimine yardımcı olur.
7. Pankreasın sindirimle ilgili salgıları amilaz, lipaz, tripsinojen, kimotripsinojen, karboksipeptidazlar ve nükleazlardır (DNAaz, RNAaz).
8. Su, vitamin ve minerallerin kana emilimini tamamlamak. Faydalı bakterilerin ürettiği K ve B vitaminlerinin emilimini gerçekleştirmek. Sindirim atıklarını geçici olarak depolamak.
9. İnce bağırsağın mukoza tabakasında yer alan villusların (Villuslar, daha küçük sitoplazmik uzantılarla mikrovillusları oluşturur.) geniş bir emme yüzeyi oluşturmasıyla besinlerin emilim miktarı artar.

B. Boşluk Doldurma

1. lipaz
2. protein, pepsin
3. amilaz, dekstrin
4. sükraz, glikoz, fruktoz
5. dipeptidaz
6. karbonhidrazlar ve aminopeptidaz
7. enteropeptidaz
8. vater kabarcığı
9. lenf
10. karaciğer atardamarı, kapı toplardamarı

C. Doğru-Yanlış

1. D	2. D	3. Y	4. D	5. Y
6. D	7. D	8. Y	9. Y	10. D

Ç. Değerlendirme Testi

1. B	2. C	3. B	4. C	5. A
6. A	7. D	8. B	9. B	10. B

4. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Büyük kan dolaşımı: Kalbin sol karıncığı-Aort-Vücut organları-Vücut alt ve üst toplardamarları-Kalbin sağ kulakçığı.
   Küçük kan dolaşımı: Kalbin sağ karıncığı-Akciğer atardamarı-Akciğer-Akciğer toplardamarı-Kalbin sol kulakçığı.
2. Adrenalin ve tiroksin hormonları, kafein ve tein gibi uyarıcı maddeler, yüksek ateş, kandaki karbondioksit yoğunluğunun artması, heyecan ve korku gibi stresli durumlar.
6. Kulakçıklar kasıldığında karıncıklar gevşer ve kan karıncıklara pompalanır.
8. Deri, ter, gözyaşı gibi salgılar, epitel dokunun salgıladığı mukus, mide asiti ve enzimler savunmanın birinci hattını; vücut sıcaklığının yükselmesi, doğal katil hücreler, interferon, fagositoz ve iltihaplanma ise savunmanın ikinci hattını oluşturarak doğal korunma yollarını sağlar.
9. Hastalık yapıcı mikroorganizmalar ile vücudun yabancı olarak algıladığı her türlü maddeye karşı korunma ve savunma yeteneğine bağışıklık denir. Aktif bağışıklık; hastalığın doğrudan geçirilmesi ya da aşı olma ile sağlanır.

B. Boşluk Doldurma

1. miyokart
2. yarım ay
3. sistol, diastol
4. vagus
5. tiroksin, adrenalin
6. interferon
7. humoral
8. lenf
9. antikor
10. pıhtılaşma

C. Doğru-Yanlış

1. D	2. D	3. D	4. Y	5. Y
6. D	7. Y	8. Y	9. D	10. D

Ç. Değerlendirme Testi

1. D	2. E	3. B	4. E	5. A	6. C
7. C	8. D	9. B	10. C	11. E	

5. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Hücre solunumu, hücrelerin organik besinleri yıkarak enerji üretmesidir. Dış solunum ise solunum organları ile ortam arasındaki gaz difüzyonu olarak tanımlanır.
5. Akciğer toplardamarları.
8. Kanda karbondioksit artışı kanın asitliğini artırır ve pH düşer. Omurilik soğanı uyarılır. Solunum hızlanır.

B. Boşluk Doldurma

1. dış solunum
2. yutak
3. hemoglobin
4. mukus
5. kıkırdak halkalar
6. alveol
7. diyafram
8. plevra
9. zatürre
10. karbomino hemoglobin

C. Doğru-Yanlış

1. Y	2. Y	3. Y	4. D	5. D
6. Y	7. Y	8. Y	9. D	10. D

Ç. Değerlendirme Testi

1. C	2. B	3. E	4. D	5. E
6. E	7. B	8. A	9. D	10. B

6. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Böbrekte dıştan içe doğru kabuk bölgesi, öz bölgesi olarak iki kısım ayırt edilir.
4. Bowman kapsülüne geçen maddeler boşaltım kanalları ile havuzcuğa iletilir. Bu sırada gerçekleşen geri emilim ve salgılama olayları havuzcukta toplanan sıvının farklılaşmasına neden olur.
5. Nefronlarda idrar oluşumu; süzülme, geri emilme ve salgılama olmak üzere üç aşamada gerçekleşir.
8. İki atardamar arasında bulunduğundan yüksek ve sabit kan basıncına sahiptir.
10. Su dengesi hipofiz hormonu olan ADH; iyon dengesi, böbrek üstü bezleri kabuk bölgesi hormonu olan aldosteron ile sağlanır.

B. Boşluk Doldurma

1. otonom
2. böbrek toplardamarı
3. idrar kanalı
4. nefron
5. idrar toplama kanalları
6. kan proteinleri, yağ molekülleri
7. aktif taşıma
8. antidiüretik
9. glikoz, amino asit
10. homeostazi

C. Doğru-Yanlış

1. D	2. Y	3. Y	4. D	5. Y
6. Y	7. D	8. D	9. Y	10. Y

Ç. Değerlendirme Testi

1. B	2. C	3. D	4. A	5. C
6. C	7. C	8. E	9. A	10. D

7. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Hipofiz ve hipotalamus.
2. Yumurtalıklar, yumurta kanalları, döl yatağı, döl yatağı ağzı ve vajina.
3. Testisler, yardımcı bezler ve penis.
4. Yumurta kanalında.
5. Menstrüal döngü; folikül evresi, ovulasyon, korpus luteum evresi ve menstrüasyon olarak dört aşamada gerçekleşir.
6. Hipotalamustan salgılanan RF salgısı hipofizi uyarır. Hipofiz FSH ve LH ile menstrual döngüyü düzenler.
7. Hipofizden salgılanan FSH ve LH, testislerden salgılanan testosteron ve inhibin ile düzenlenir.

B. Boşluk Doldurma

1. aile planlaması
2. zigot
3. ovulasyon
4. LH
5. spermatogenez, oogenez
6. zona pellusida
7. östrojen, progesteron
8. ultrasonografi

C. Doğru-Yanlış

1. Y	2. D	3. D	4. Y	5. D
6. D	7. D	8. D	9. Y	10.Y

Ç. Değerlendirme Testi

1. D	2. E	3. D	4. C	5. C	6. B
7. C	8. C	9. B	10. D	11. C	

1. Ünite Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Sinir doku, nöron denilen sinir hücreleri ile nöroglia denilen yardımcı hücrelerden oluşur.

2. Nöronlar görevlerine göre duyu nöronu, ara nöron ve motor nöron olmak üzere üç çeşittir.
4. İç kulaktaki yarım daire kanalları, tulumcuk ve kesecik dengenin oluşumunda görev alır.
6. Kemik doku, sıkı kemik ve süngerimsi kemik olarak iki çeşittir.
7. A, C ve D vitaminleri ile kalsiyum, fosfor ve potasyum mineralleri kemik gelişiminde önemli rol oynar.
8. Pepsin, tripsin, kimotripsin, enteropeptidaz, karboksipeptidazlar, aminopeptidazlar, dipeptidazlar.
10. Adrenalin kalp atışını hızlandırıcı etki yaparken asetilkolin, hızlanan kalp ritmini yavaşlatır.
11. Toplardamarlardaki kapakçıklar tek yöne (yukarı doğru) açılır. Kan geçişi sağlandıktan sonra kapanarak kanın yer çekimine doğru geri akışı engellenir.
13. Özgül bağışıklıkta T ve B lenfositleri görev alır.
14. Solunan havada karbonmonoksit varsa hemoglobin karbonmonoksitle oksijenden çok daha hızlı birleşir. Ancak kolay ayrılamaz. Bu durum hücrelere yeterli miktarda oksijenin gitmemesine neden olur. Oksijen yetersizliğine bağlı olarak karbonmonoksit zehirlenmesi ortaya çıkar.
15. KOAH oluşumuna neden olan temel etken sigara bağımlılığıdır. Ayrıca solunan havadaki kimyasallar ve tozlar da bu hastalığın oluşumunda etkilidir.
16. Böbreğin dış kısmında kabuk bölgesi, iç kısmında öz bölgesi yer alır. Orta kısmında ise idrar toplama kanallarının sonlandığı ve idrar kanalının çıktığı havuzcuk olarak adlandırılan boşluk bulunur.
17. Hipotalamus RF ile hipofizi uyarır. Hipofiz, LH salgısını artırır. LH, kanda en yüksek değerine ulaştığında ovulasyon gerçekleşir.
18. Göbek bağı ve plasenta aracılığıyla anne ile embriyo arasındaki madde alışverişi gerçekleşir. Göbek bağı plasentaya, plasenta ise döl yatağına bağlıdır. Besin ve oksijen göbek bağı aracılığı ile embriyoya iletilirken embriyoda oluşan metabolik atıklar ve karbondioksit, plasenta ile annenin dolaşım sistemine geçer. Bu iletim, difüzyon ve aktif taşıma ile sağlanır.

B. Boşluk Doldurma

1. silli epitel
2. sekretin
3. eritropoietin
4. miyopi
5. lenfosit
6. tiroksin
7. damar sertliği
8. menisküs
9. periton
10. villus
11. ligament

B. Doğru-Yanlış

1. D	2. D	3. Y	4. D	5. Y	6. Y
7. Y	8. D	9. D	10. Y	11. Y	12. D

Ç. Ünite Değerlendirme Testi

1. E	2. D	3. C	4. C	5. D	6. B
7. C	8. E	9. E	10. D	11. C	12. B
13. C	14. A	15. D	16. D	17. D	18. A
19. A	20. A	21. E	22. A	23. B	24. B
25. E	26. E	27. C	28. C	29. E	30. E
31. B	32. A	33. C	34. D	35. B	36. B
37. C	38. D	39. E	40. E		

2. ÜNİTE

1. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Sıkı mutualizm.
2. Yaşam alanının sınırlı olması ve içerdiği besin miktarı ile türlerin ekolojik nişleri.
5. Orman yangınları, sel, kuraklık, erozyon, deprem, salgın hastalıklar, çevre kirliliği ve insanların müdahalesi (yol yapımı, aşırı otlatma vb.).

B. Eşleştirme

1. d 2. f 3. e 4. a 5. c 6. g 7. ç 8. b 9. h 10. ğ

C. Boşluk Doldurma

1. ekoloji
2. su kirliliği
3. tür içi rekabet
4. ekoton
5. kommensal yaşam
6. tam parazit
7. liken birliği
8. üreme hızı

Ç. Doğru-Yanlış

1. D 2. D 3. Y 4. D 5. Y 6. D 7. D 8. Y

D. Ölçme Değerlendirme Testi

1. D 2. C 3. E 4. E 5. A
6. B 7. B 8. A 9. D 10. C

2. Bölüm Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Değerlendirme Soruları

1. Belirli bir alanda yaşayan aynı türe ait bireylerin oluşturduğu topluluktur. Örneğin, Ankara'nın tiftik keçileri, Karadeniz bölgesindeki karaçamlar.
6. Kümeli dağılım.
8. S tipi büyümede başlangıçta az olan birey sayısı bir süre sonra logaritmik bir artış gösterir. Daha sonra, çevre direncinin artmasıyla popülasyonun büyüme hızı giderek azalır ve taşıma kapasitesine ulaştığında birey sayısı dengeye ulaşır. J tipi büyümede ise denge evresi görülmez. Hızlı bir artışın ardından çevre direncinin artmasıyla hızlı bir azalma başlar.

B. Eşleştirme

1. f 2. e 3. a 4. b 5. c 6. d 7. ç 8. g

C. Boşluk Doldurma

1. denge
2. büyüme
3. popülasyon yoğunluğu
4. pozitif artış
5. geometrik
6. çevre direnci
7. habitat
8. rekabet

Ç. Doğru-Yanlış

1. Y 2. Y 3. D 4. Y 5. Y 6. Y 7. D 8. Y

D. Ölçme Değerlendirme Testi

1. D 2. E 3. D 4. B 5. A
6. C 7. E 8. B 9. B 10. A

2. Ünite Sonu Ölçme ve Değerlendirme Çalışmaları

A. Bulmaca

1. Mutualizm
2. Ekoton
3. Rekabet
4. Popülasyon
5. Süksesyon
6. Simbiyoz
7. Baskın tür
8. Klimaks
9. Parazitlik
10. Komünite
11. Çevre direnci

B. Değerlendirme Soruları

1. Popülasyon, belirli bir alanda yaşayan bir türe ait bireylerin oluşturduğu topluluktur. Komünite ise belirli bir alanda etkileşim hâlinde bulunan iki ya da daha fazla popülasyonun oluşturduğu topluluktur.
5. Popülasyonun büyüklüğünü; besin miktarı, salgın hastalıklar, göç, doğal afetler, rekabet, içgüdüsel ve sosyal davranışlar belirler.
6. Ülkemiz, genç nüfusun fazla olmasından dolayı büyümekte olan popülasyona örnektir.
7. Birey sayısının en düşük olduğu evre, pozitif artış evresidir.

C. Boşluk Doldurma

1. ekolojik özellikler
2. suyun derinliği
3. ekoton
4. ekolojik niş
5. simbiyoz
6. popülasyon

Ç. Doğru-Yanlış

1. D 2. D 3. Y 4. Y 5. D 6. Y 7. D 8. Y

D. Ünite Değerlendirme Testi

1. D 2. D 3. B 4. B 5. A 6. C 7. E
8. D 9. C 10. B 11. E 12. D 13. E
14. A 15. E 16. A 17. C 18. B

SÖZLÜK

– A –

adrenalin: Böbrek üstü bezi öz (medulla) bölgesinden salgılanan hormon.

aktif taşıma: Az yoğun ortamdan çok yoğun ortama, enerji harcanarak gerçekleşen molekül hareketi.

alveol: Akciğerlerde bronşçukların ucundaki hava keseleri.

amino asit: Proteinlerin temel yapı birimi.

amniyon: Embriyoyu saran en içteki zar yapı.

andropoz: Erkeklerde yaşlanma ile birlikte ortaya çıkan testosteron seviyesindeki azalmaya bağlı olarak gelişen fiziksel ve ruhsal dönüşümü içeren süreç.

antijen: Bağışıklık sistemini uyararak antikor oluşturmasını sağlayan çoğunlukla protein ya da polisakkarit içerikli madde veya mikroorganizmalar.

antikor: Vücudun yabancı maddeleri etkisiz hâle getirmek için ürettiği savunma proteini.

– B –

bağışıklık: Canlıda mikroorganizmalara ve bunların ürettiği maddelere karşı oluşturulan doğal ya da sonradan kazanılmış direnç.

bakteri: Prokaryot yapıdaki tek hücreli canlı.

bel soğukluğu: Üreme organlarının akıntılı ve bulaşıcı bir hastalığı.

bisturi: Küçük ve keskin alet.

biyosfer: Yeryüzünde, canlıların yaşadığı hava, su ve toprak katmanlarının tümü.

Bowman kapsülü: Nefrondaki kılcal damar yumağını (glomerulus) saran, yassı epitel hücrelerinden oluşan kese.

bronş: Soluk borusunun ikiye ayrılarak akciğerlere giren bölümü.

bronşit: Bronşların iltihaplanması.

– Ç –

çomak hücreleri: Gözün ağ tabakasında bulunan ve siyah beyaz görmeyi sağlayan reseptör hücreler.

– D –

dipeptit: Bir peptit bağı ile bağlanmış iki amino asit.

disakkarit: İki monosakkaritin birleşmesi ile oluşan şeker.

diyabet: Şeker hastalığı.

döllenme: Dişi (yumurta) ve erkek (sperm) gametin çekirdeklerinin birleşmesi.

– E –

EEG (Elektroensefalografi): Beyin dalgaları aktivitesinin elektriksel yöntemle izlenmesi.

efektör: Canlının uyarıya karşı tepki gösteren kas ve bez gibi organları.

eklem: İki ya da daha fazla kemiği birbirine bağlayan kısım.

enzim: Hücre içinde üretilen ve yaşamsal olayları hızlandıran, protein yapıdaki katalizörler.

– F –

Fankoni Aplastik Anemi: Kemik iliği yetmezliği.

fagositoz: Bir hücrenin büyük moleküllü katı maddeleri ya da mikroorganizmaları, oluşturduğu sitoplazmik uzantılarla çevreleyip içine alması.

fetüs: İnsanın embriyonik gelişimi sırasında, gebeliğin dokuzuncu haftasından doğuma kadar olan dönemdeki canlı.

folikül: Dişilerde, yumurtalık içinde bulunan ve içinde yumurta hücresinin oluştuğu yapı.

fibroblast: Temel bağ dokusu hücresi.

frengi: Bakterilerin neden olduğu ve genellikle cinsel yolla bulaşan hastalık.

fotosentez: Klorofile sahip canlıların ışıkta inorganik bileşiklerden organik bileşikleri üretmesi.

– G –

gamet: Erkek ve dişi üreme hücrelerine verilen ad.

glikojen: Hayvanların kas ve karaciğer hücrelerinde, çok sayıda glikozun bir araya gelmesi ile oluşan depo şekeri.

glikoz: Karbonhidratların yapı birimi.

glikoprotein: Proteinlerin karbonhidratlarla birlikte oluşturdukları ve zarların yapısına giren bileşik protein.

– H –

hemoglobin: Alyuvar içinde bulunan, demir minerali içeren, oksijen ve karbondioksit taşıyan protein.

hepatit B: Hepatit B virüsünün neden olduğu karaciğer iltihabı.

hidroliz: Büyük moleküllerin su yardımıyla yapı birimlerine ayrıştırılması.

Hodgking lenfoma: Bağışıklık sistemindeki hücrelerde başlayan bir kanser türü.

homeostazi: Bir canlının içinde yaşadığı ortamla madde alışverişi yaparak kendi iç ortamını belirli sınırlar arasında dengede tutması.

hormon: Genellikle iç salgı bezleri tarafından üretilen ve kan ile taşınan, hücre ve dokular üzerinde etkili olan özel maddeler.

– İ –

inorganik madde: Yapısında karbon zinciri bulundurmayan karbondioksit, tuz, su gibi maddeler.

interferon: Virüsle enfekte olmuş hayvan hücreleri tarafından üretilen ve diğer hücrelerin virüse karşı dayanıklı hâle gelmesine yardımcı olan savunma proteini.

insülin: Pankreas hücreleri tarafından üretilen, kan şekerini düşüren hormon.

iris: Gözün damar tabakasında bulunan ve göze renk veren kısım.

– K –

kabakulak: Tükürük bezlerinin, özellikle kulak altı tükürük bezlerinin iltihaplanması ile oluşan bulaşıcı salgın ve ateşli bir hastalık.

katarakt: Göz merceğinin saydamlığını kaybederek donuklaşması ile görmeyi engelleyen rahatsızlık.

kemosentez: İnorganik maddelerin oksidasyonu sırasında açığa çıkan kimyasal enerji ile organik besin üretilmesi olayıdır.

kollajen lif: Hareket sisteminin yapı taşlarını, özellikle kemik, lif ve eklemleri oluşturan protein.

komünite: Belirli bir alanda yaşayan çeşitli türlerden oluşan topluluk.

koroner damar: Kalbi besleyen kılcal damar.

korpus luteum: Plasentalı memelilerde yumurta bırakımı olayından sonra folikülden oluşan, östrojen ve progesteron hormonlarını salgılayan yapı.

kreatin: Omurgalı kasında bulunan azotlu bir bileşik. Kasın kasılması sırasında ATP sağlanması için kreatin fosfat olarak ADP'ye yüksek enerjili fosforu grubu veren bileşik.

– L –

lenf: Akyuvar içeren, kan plazmasına benzeyen renksiz sıvı.

lenfosit: Yabancı bir antijenin varlığına tepki gösteren beyaz kan hücresi.

lipaz: Yağların sindiriminde görev alan enzim.

lohusa: Gebelik sırasında anne vücudunda oluşan değişikliklerin doğumdan sonra, doğum öncesi haline geri dönme süreci.

– M –

manikür: Elin ve özellikle el tırnakların bakımı.

menopoz: Kadınlarda menstrual döngünün sona ermesi ile yumurta üretiminin gerçekleşmediği dönem.

mikrometre: Milimetrenin binde biri.

mineral: Doğal olarak oluşan inorganik madde.

mitoz: Ökaryot hücre bölünmesi çeşidi. Çekirdek eşlenmesi (karyokinez).

miyom: Kadınlarda döl yatağının kas dokusunda oluşan ur.

MR (Manyetik Rezonans Görüntüleme): Manyetik alanla canlının dokularının iç yapısını görüntülemek için tıpta kullanılan yöntem.

mukoza: Mukus salgılayan hücreleri taşıyan, sindirim, solunum gibi organların iç yüzeyini örten doku.

mukus: Mukozada yer alan, goblet hücreleri tarafından salgılanan kaygan ve yapışkan madde.

mutasyon: DNA'nın yapısında oluşan değişimler.

– O –

osmotik basınç: Düşük yoğunluktaki bir çözeltiden yüksek yoğunluktaki bir çözeltiye osmozla su ya da diğer bir çözücünün girmesiyle meydana gelen basınç.

– Ö –

ökaryot hücre: Çekirdek zarına ve zarlı organellere sahip hücreler.

– P –

patojen: Hastalık yapan mikroorganizma.

pedikür: Ayak ve ayak tırnaklarının bakımı.

pH: Bir sıvının asit ya da baz derecesini gösteren hidrojen iyonlarının negatif logaritması.

pinositoz: Hücre zarından geçemeyen büyük sıvı moleküllerinin hücreye alınması.

plasenta: Memeli canlıların çoğunda bulunan ve embriyonun beslenmesini sağlayan bol kan damarlı, süngerimsi yapı.

polipeptit: Peptit bağlarıyla birbirine bağlanmış amino asit zinciri.

polisakkarit: Monosakkarit birimlerinin birleşmesi ile oluşan nişasta, glikojen, selüloz gibi büyük moleküllü karbonhidrat çeşidi.

popülasyon: Belirli bir alanda yaşayan aynı türe ait bireyler topluluğu.

protein: Canlı hücrelerin ana maddesini oluşturan, genellikle sülfür, oksijen ve karbon ögeleri bulunan amino asit birleşiminden oluşmuş karmaşık yapılı doğal madde.

– R –

refleks: Vücutta sinir ve kas sisteminin birlikte hareket ederek ani uyarılara karşı verdiği en kısa yanıt.

rekabet: Bir komünitede yer alan türlerin kaynak kullanımı için birbirleriyle mücadele etmesi.

rektum: Kalın bağırsağın anüs ile sonlanan düz kısmı.

reseptör: Çeşitli uyarıları alabilen özelleşmiş hücre.

retina: Gözün en iç kısmında bulunan, ışığa duyarlı koni ve çomak hücrelerin yer aldığı tabaka.

– S –

sentez: Hücre içinde küçük moleküllerin enzimler yardımıyla birleşerek büyük molekülleri oluşturması.

sıtma: Bir tür dişi sivrisineğin sokması ile insandan insana bulaşan titreme, ateş ve ter nöbetleriyle kendini gösteren bir hastalık.

siroz: Karaciğerin büyümesi veya işlevlerinin körelmesi ile ortaya çıkan bir hastalık.

steroit: Bitki ve hayvanlarda bulunan, safra asitlerinin ve hormonların yapısına giren bir lipit grubu. Kas ve kemik gelişimi üzerinde etkili bir tür cinsiyet hormonu.

süksesyon: Belirli bir bölgede, uzun bir zamanda türlerin aşamalı olarak birbirinin yerini alması, sıralı oluşum.

– T –

testis: Erkeklerde üreme hücrelerini ve eşey hormonlarını oluşturan organ.

tifüs: Bit ile bulaşan, vücutta pembe lekelerle beliren, ateşli ve tehlikeli bir hastalık, lekeli humma.

toksin: Zehir.

– U –

uterus: Plasentalı memelilerde embriyo gelişiminin gerçekleştiği döl yatağı, rahim.

uyarı: Canlılarda belli bir tepkiye yol açan fiziksel ve kimyasal etkiler.

uyuz: Uyuz böceğinin üst derinin altına girerek oluşturduğu kaşıntılı, bulaşıcı bir deri hastalığı.

– Ü –

üre: Karaciğerde oluşturulan ve idrarın ana maddesi olan azotlu atık ürün.

– V –

veba: Hasta farelerden insana geçen bir bakteri türünün oluşturduğu ve yüksek ateş, iç organlarda oluşan kanama,lenf bezlerinin şişmesi vb. belirtiler gösteren bulaşıcı bir hastalık.

– Y –

yoğunluk: Bir maddenin birim hacmindeki oranı.

yumurta: Dişi üreme hücresi.

– Z –

zigot: Döllenmiş yumurta hücresi. Erkek ve dişi gametlerin birleşmesi sonucu oluşan (diploit) hücre.

Arslan, O., Bahar, M., & Özel, Ç. A. (2011). *Genel Biyoloji Laboratuvar Kılavuzu.* Ankara: Palme Yayıncılık.

Bilim ve Teknik Dergisi, Temmuz (2003). Ankara: TÜBİTAK.

Bilim ve Teknik Dergisi, Mart (2005). Ankara: TÜBİTAK.

Bilim ve Teknik Dergisi, Şubat (2011). Ankara: TÜBİTAK.

Bilim ve Teknik Dergisi, Ağustos (2012). Ankara: TÜBİTAK.

Bilim ve Teknik Dergisi, Ocak (2015). Ankara: TÜBİTAK.

Campbell, N. A., & Reece, J. B. (2006). *Biyoloji*. (çev.: A. Demirsoy, İ. Türkan, E. Gündüz vb.) Ankara: Palme Yayıncılık.

Elçin, A. E., Erkoç, F., Sarıkaya, R., Selvi, M., Atik, A. D., & Öztekin, M. (2010). *Molekülden Hücreye Dokudan Fizyolojiye Biyoloji Deneyleri*. Ankara: Palme Yayıncılık.

Green, D., & Basher, S. (2008). *Biology Life as We Know It!*. Suffolk: Kingfisher Press.

Keeton, W. T., & Gould, J. L. (1999). *Genel Biyoloji 1*. (çev.: İ. Türkan, A. Demirsoy) Ankara: Palme Yayıncılık.

Keeton, W. T., & Gould, J. L. (1999). *Genel Biyoloji 2*. (çev.: İ. Türkan, A. Demirsoy) Ankara: Palme Yayıncılık.

Ortaöğretim Biyoloji Dersi (9, 10, 11 ve 12. Sınıflar) Öğretim Programı. (2018). Ankara: T.C. Millî Eğitim Bakanlığı.

Sadava, D. E., Hillis, D. M., Heller, H. C., & Berenbaum, M. (2014). *Yaşam Biyoloji Bilimi*. (çev.: İ. Türkan, E. Gündüz) Ankara: Palme Yayıncılık.

Starr, C., Toqqart, R., Evers, C., & Starr, L. (2009). *Biology The Unity and Diversity of Life*. Los Angeles: Brooks Cole Press.

Stockley, C., Rogers, K., Chen, K. K., Tomlins, K., & Bhachu, V. (2007). *The Usborne Illustrated Dictionary of Biology*. Oxford: Usborne Publishing Ltd.

Türkçe Sözlük (2012). (haz.: Akalın, Ş. H. vb.) Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Yazım Kılavuzu (2012). (haz.: Akalın, Ş. H. vb.) Ankara: Türk Dil Kurumu Yayınları.

Genel Ağ Kaynakçası

http://www.bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/iki-gozun-farkli-renkte-olmasinin-sebebi-nedir (14.12.2017)

http://gelisenbeyin.net/ibni-sina.html (25.12.2017)

https://www.turkdiab.org/diyabet-hakkinda-hersey.asp?lang=TR&id=51 (05.12.2017)

https://tobbetuhastanesi.com.tr/bulletin/578-diyabetes-mellitus-seker-hastaligi (05.12.2017)

https://tobbetuhastanesi.com.tr/bulletin/2870-seker-hastalarinda-kan-seker-kontrolunu-saglamak-icin-saglikli-beslenme (05.12.2017)

http://www.yardimcikaynaklar.com/ibni-sina-kimdir-hayati-ve-felsefi-gorusleri/ (25.12.2017)

http://acikarsiv.ankara.edu.tr/browse/785/1119.pdf (10.02.2018)

Görsel Kaynakça

Sayfa	Görsel	Kaynakça
11	Ünite kapağı	www.dreamstime.com
12	1.1	www.dreamstime.com
13	1.2	www.dreamstime.com
14	1.3, 1.4a	Yayınevi arşivi
15	1.4b, 1.5	Yayınevi arşivi
16	1.6	Yayınevi arşivi
17	1.7	Yayınevi arşivi
	1.8	www.dreamstime.com
18	1.9, 1.10	www.dreamstime.com
19	1.11, 1.12	www.dreamstime.com
21	1.13	Yayınevi arşivi
22	1.14, 1.15	Yayınevi arşivi
23	1.16	Yayınevi arşivi
	1.17	www.dreamstime.com
25	Okuma Metni	www.tarihiolaylar.com/img/ tarihikisiler/tarihi_kisiler_sina-jpg_23951414_1425826725.jpg
26	1.18	Yayınevi arşivi
27	1.19, 1.20	Yayınevi arşivi
28	1.21.a	https://i.hizliresim.com/uNzFeP.jpg
	1.21.b	Yayınevi arşivi
29	1.22	Yayınevi arşivi
	1.23a	Yayınevi arşivi
	1.23b	www.dreamstime.com
30	1.24, 1.25	www.dreamstime.com
31	1.26	Yayınevi arşivi
32	1.27	www.dreamstime.com
33	1.28	Yayınevi arşivi
34	1.29	Yayınevi arşivi
35	1.30	Yayınevi arşivi
36	Okum Metni	www.freepik.com
37	1.31	www.dreamstime.com
38	1.32	www.dreamstime.com
	1.33	www.kimnereli.net/wp-content/ uploads/Gazi-Yaşargil-310x250.jpg
39	1.34	falconmedical.eu/img/b93c05f2_ large.jpg
40	1.35	www.freepik.com
41	1.36	www.dreamstime.com
42	1.37, 1.38	www.dreamstime.com
43	1.39	www.dreamstime.com
44	1.40	www.dreamstime.com
45	Etkinlik	Yayınevi arşivi
46	1.41	www.dreamstime.com
47	1.42, 1.43	www.dreamstime.com
48	1.44	www.dreamstime.com

Sayfa	Görsel	Kaynakça
49	1.45	www.dreamstime.com
50	1.46	www.dreamstime.com
	Okuma Metni	www.dreamstime.com
51	Etkinlik	Yayınevi arşivi
52	1.47	www.dreamstime.com
53	1.48, 1.49	www.dreamstime.com
54	1.50	www.dreamstime.com
55	1.51, 1.52	www.dreamstime.com
57	1.53, 1.54	www.dreamstime.com
58	1.55	Yayınevi arşivi
59-60	Okuma Metni	www.dreamstime.com
66	2.1	https://i.hizliresim.com/YHqrqI.png
67	2.2	Yayınevi arşivi
68	2.3	Yayınevi arşivi
69	Etkinlik	Yayınevi arşivi
70	2.4, 2.5	www.dreamstime.com
71	2.5, 2.6	www.dreamstime.com
72	2.7, 2.8	www.dreamstime.com
73	2.9	Yayınevi arşivi
74	2.10, 2.11	Yayınevi arşivi
75	2.12, 2.13	Yayınevi arşivi
76	2.14	www.dreamstime.com
77	2.15	www.dreamstime.com
78	2.16	www.dreamstime.com
79	Ne Öğrendik	www.shutterstock.com
85	3.1	www.dreamstime.com
86	3.2	www.dreamstime.com
87	3.3.a, 3.3.b	www.dreamstime.com
88	3.4, 3.5	Yayınevi arşivi
89	3.6	www.dreamstime.com
90	3.7, 3.8	www.dreamstime.com
91	3.9, 3.10	www.dreamstime.com
92	3.11	www.dreamstime.com
96	3.12	Yayınevi arşivi
97	3.13	www.dreamstime.com
98	3.14	www.dreamstime.com
100	3.15	www.freepik.com
	3.16	www.dreamstime.com
101	3.17	www.dreamstime.com
102	Okuma Metni	www.dreamstime.com
107	4.1	www.dreamstime.com
108	4.2, 4.3	www.dreamstime.com
109	Etkinlik	Yayınevi arşivi
110	4.4	www.dreamstime.com
111	4.5	www.dreamstime.com
112	Etkinlik, 4.6	www.dreamstime.com
113	4.7	www.shutterstock.com

KAYNAKÇA

Sayfa	Görsel	Kaynakça
114	4.8, 4.9	Yayınevi arşivi
	4.10	www.dreamstime.com
114	4.11	Yayınevi arşivi
115	4.12	www.dreamstime.com
116	4.13	www.dreamstime.com
117	4.14	Yayınevi arşivi
118	4.15	Yayınevi arşivi
120	Etkinlik	Yayınevi arşivi
121	4.16	www.shutterstock.com
122	4.17, 4.18	www.dreamstime.com
123	4.18, 4.19	www.dreamstime.com
124	4.20	www.dreamstime.com
125	4.21, 4.22	www.dreamstime.com
	4.23	www.freepik.com
126	4.24	www.freepik.com
	4.25	http://www.karsiyaka.bel.tr/Files/images/2015/haber/kasim/19/Karsiyaka_1234.jpg
127	4.26	Yayınevi arşivi
128	4.27	Yayınevi arşivi
129	4.28, 4.29	www.dreamstime.com
130	4.30	www.dreamstime.com
131	4.31	Yayınevi arşivi
	4.32	www.freepik.com
132	4.33	www.dreamstime.com
137	5.1, 5.2	www.dreamstime.com
138	5.3, 5.4	www.dreamstime.com
139	5.5	www.dreamstime.com
140	Etkinlik	Yayınevi arşivi
141	5.6	www.dreamstime.com
142	Etkinlik	Yayınevi arşivi
143	5.7	Yayınevi arşivi
144	5.8	Yayınevi arşivi
145	5.9	Yayınevi arşivi
146	Etkinlik	Yayınevi arşivi
147	5.10	www.shutterstock.com
	5.11	www.dreamstime.com
148	5.12	www.dreamstime.com
153	6.1	www.dreamstime.com
154	6.2, 6.3, 6.4	www.dreamstime.com
155	6.5	Yayınevi arşivi
157	6.6	Yayınevi arşivi
158	Etkinlik	Yayınevi arşivi
160	6.7	www.dreamstime.com
161	6.8	www.dreamstime.com
162	Okuma Metni	www.freepik.com
167	7.1	www.dreamstime.com
168	7.2	www.dreamstime.com
169	7.3	www.shutterstock.com

Sayfa	Görsel	Kaynakça
170	7.4	www.shutterstock.com
	7.5	www.dreamstime.com
171	7.6	Yayınevi arşivi
	7.7	www.dreamstime.com
172	7.8	Yayınevi arşivi
173	7.9	www.dreamstime.com
174	7.10	Yayınevi arşivi
175	7.11	www.dreamstime.com
176	7.12	www.freepik.com
177	Ne Öğrendik?	www.dreamstime.com
178	7.13	www.dreamstime.com
179	7.14	www.dreamstime.com
180	7.15, 7.16	www.dreamstime.com
181	7.17	Yayınevi arşivi
182	7.18	www.dreamstime.com
183	7.19, 7.20	www.dreamstime.com
184	7.21, 7.22	www.dreamstime.com
185	7.23	www.freepik.com
186	7.24, 7.25	www.dreamstime.com
187	7.26	www.freepik.com
188	7.27	www.dreamstime.com
189	7.28, Bilelim	www.dreamstime.com
203	Ünite kapağı	www.dreamstime.com
204	1.1	www.dreamstime.com
205	1.2	www.freepik.com
206	1.3, 1.4	Yayınevi arşivi
207	1.5, Etkinlik	Yayınevi arşivi
208	1.6	www.dreamstime.com
209	1.7	www.freepik.com
	1.8	www.dreamstime.com
	1.9	Yayınevi arşivi
210	1.10	Yayınevi arşivi
211	1.11, 1.12	www.dreamstime.com
	1.13	Yayınevi arşivi
212	1.14, 1.15	www.shutterstock.com
213	1.16, 1.117	www.dreamstime.com
214	1.18, 1.19	www.dreamstime.com
215	1.20, 1.21	www.dreamstime.com
216	1.22, 1.23	www.dreamstime.com
217	1.24	Yayınevi arşivi
222	2.1	Yayınevi arşivi
223	2.2	Yayınevi arşivi
224	2.3	Yayınevi arşivi
225	2.4	Yayınevi arşivi
226	2.5, 2.6	Yayınevi arşivi
227	2.7, 2.8	Yayınevi arşivi
228	2.9	www.tuik.gov.tr
229	2.10, 2.11	www.tuik.gov.tr
230	2.12, 2.13, 2.14	www.dreamstime.com